

ДИСЦИПЛИНА

**СТРОИТЕЛЬСТВО
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И
СПЕЦИАЛЬНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**



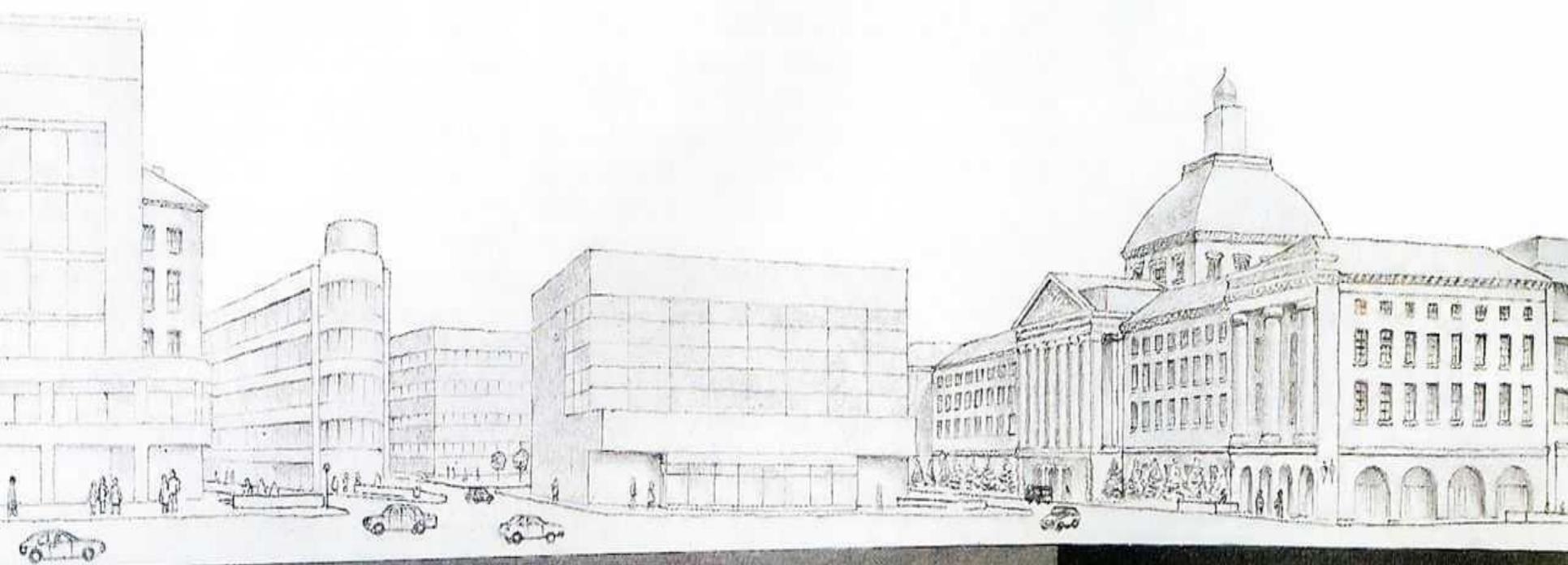
РАЗДЕЛ 1

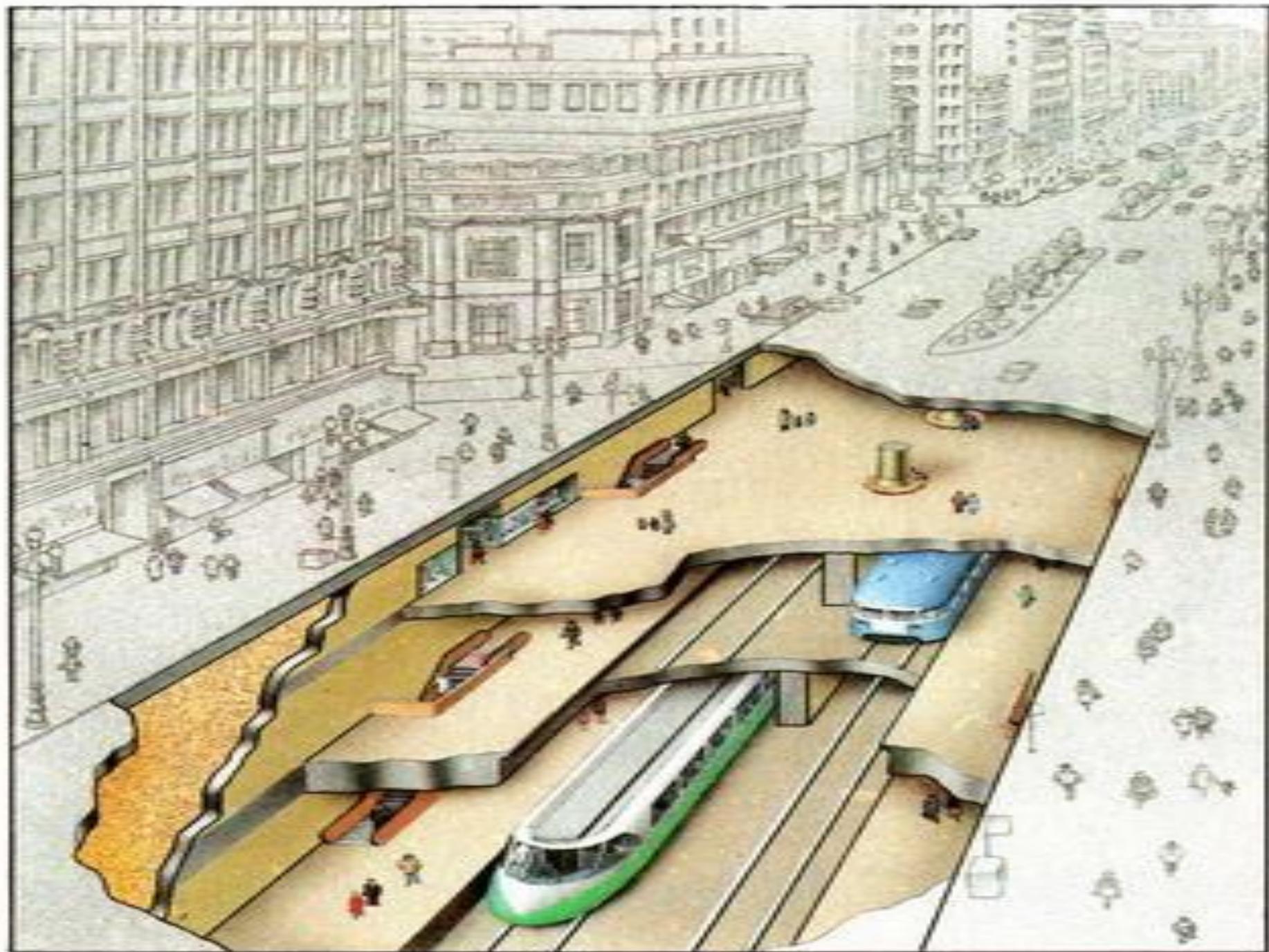
ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ



Подземные здания и сооружения

1. Трубопроводы;
2. Промышленные здания и сооружения;
3. Противофилтрационные завесы и экраны, шлюзы, портовые причальные сооружения;
4. Подземные переходы и переезды, станции и тоннели метро, подземные автостоянки;
5. Общественные здания– торговые центры, кинотеатры.







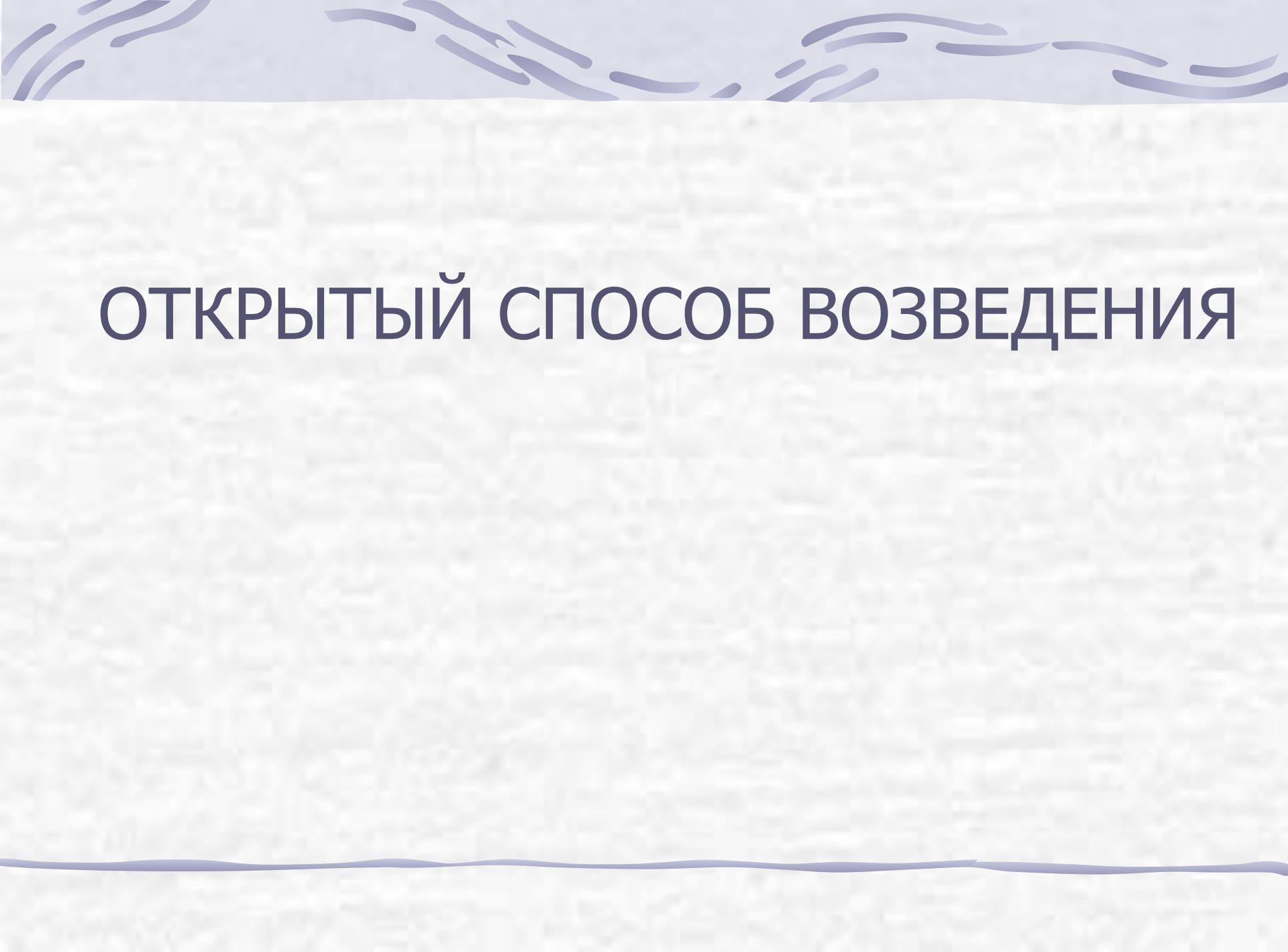


Тема 1.1

Рассматриваемые вопросы

Открытый способ возведения подземных
зданий и сооружений

Возведение опускным способом



ОТКРЫТЫЙ СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ





Применяется при глубине заложения сооружения до 18 метров;

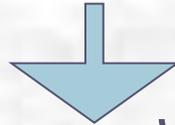
Разработка котлована:

с естественными откосами, с заложением от 1:0,75 до 1:1,5

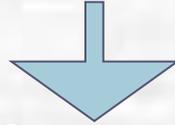
с вертикальными стенками (в стесненных условиях строительной площадки)

Технологические операции:

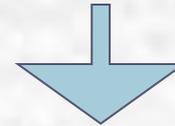
- земляные работы (при необходимости устройство дренажа и водопонижение)



- устройство бетонной подготовки днища



- арматурные работы, бетонирование днища



- устройство гидроизоляции днища

-

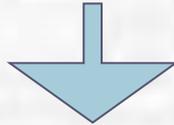


- Возведение сборных или монолитных конструкций подземного сооружения

- Устройство гидроизоляции стен



- Защита гидроизоляции стен от повреждений



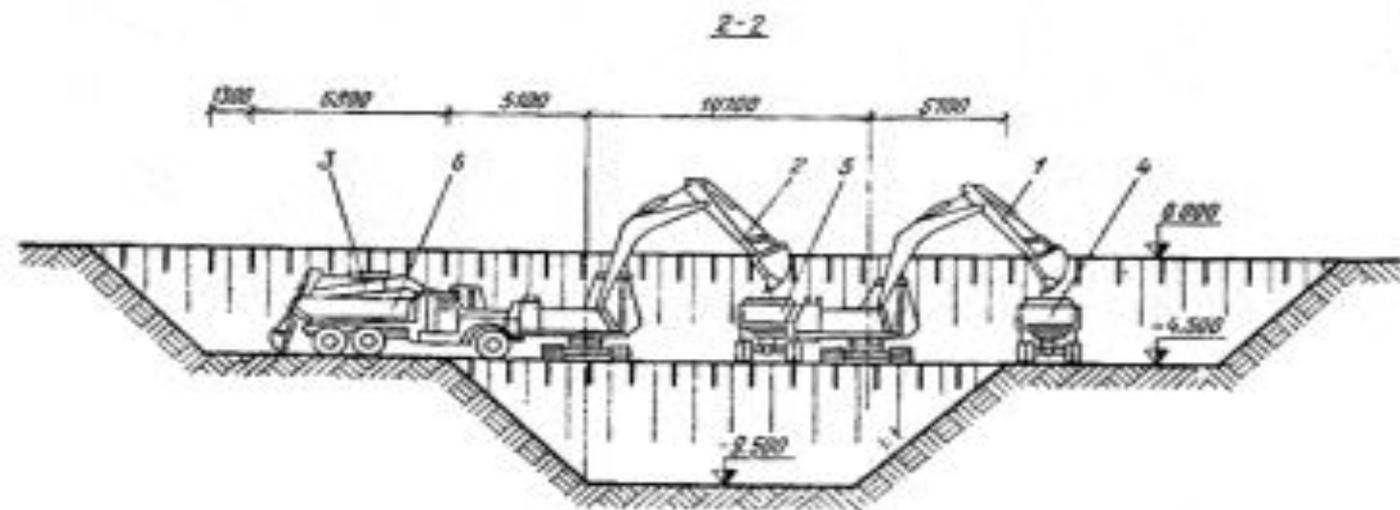
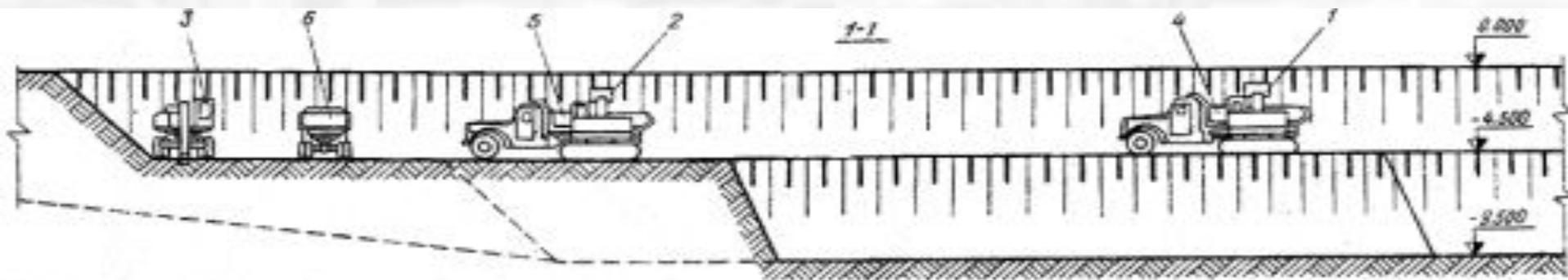
- Обратная засыпка грунта пазух котлована



- Обвалование грунта

Земляные работы

При глубоких котлованах разработка грунта в 2 и более ярусах



Земляные работы

- При вертикальных стенках котлована выполняют их закрепление

Закрепление вертикальных стенок выемок

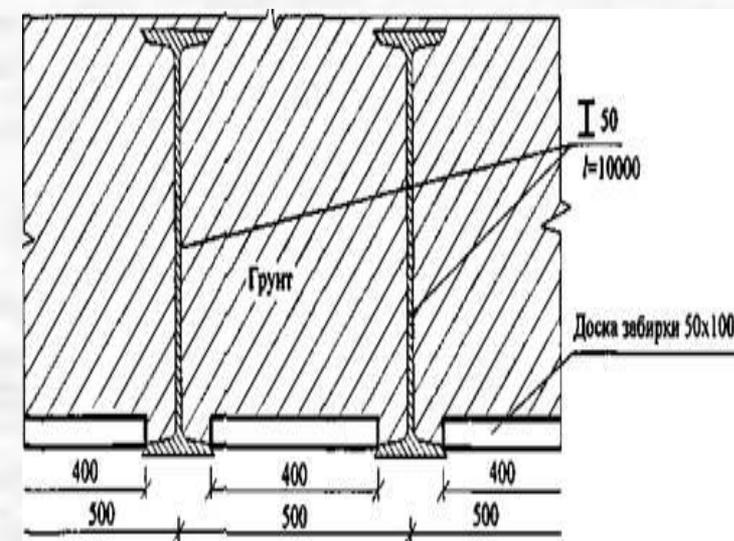
- *Извлекаемое, частично извлекаемое закрепление*
- *Постоянное закрепление* - в период эксплуатации объекта работает как защита против фильтрации воды

Шпунтованное извлекаемое

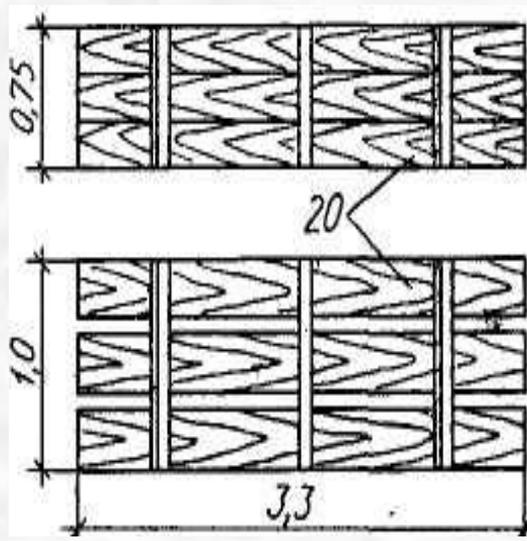


Шпунт Ларсена

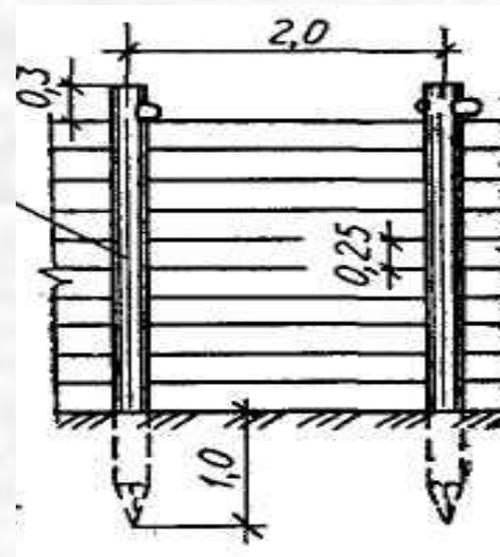
Частично извлекаемое – стальной шпунт, заполнение между шпунтом – забирка. **Забирка** воспринимает давление грунта. Выполняют сплошной или с просветами из досок, брусьев, щитов, устанавливают вертикально или горизонтально.



1



2



3

Частично извлекаемое закрепление вертикальных стенок выемок: 1 - стальной двутавр с забиркой; 2 – забирка из досок; 3 - забирка из щитов



Извлекаемое закрепление стенок котлована из шпунта Ларсена



Частично извлекаемое закрепление вертикальных стенок котлована шпунтами из двутавра, установка забирки отдельным потоком



Частично извлекаемое закрепление вертикальных стенок котлована шпунтами из труб, установка забирки параллельным потоком

Для усиления закрепления вертикальных стенок выемок шпунтами устраивают обвязочный пояс из металлопроката; распоры (расстрелы)



Извлекаемое закрепление стенок выемки из труб с обвязочным поясом из металлопроката



Извлекаемое закрепление стенок котлована из шпунта Ларсена, с обвязочным поясом из металлопроката и угловых распоров



**Извлекаемое закрепление стенок котлована из шпунта Ларсена, с
обвязочным поясом из металлопроката и распоров на плиту**

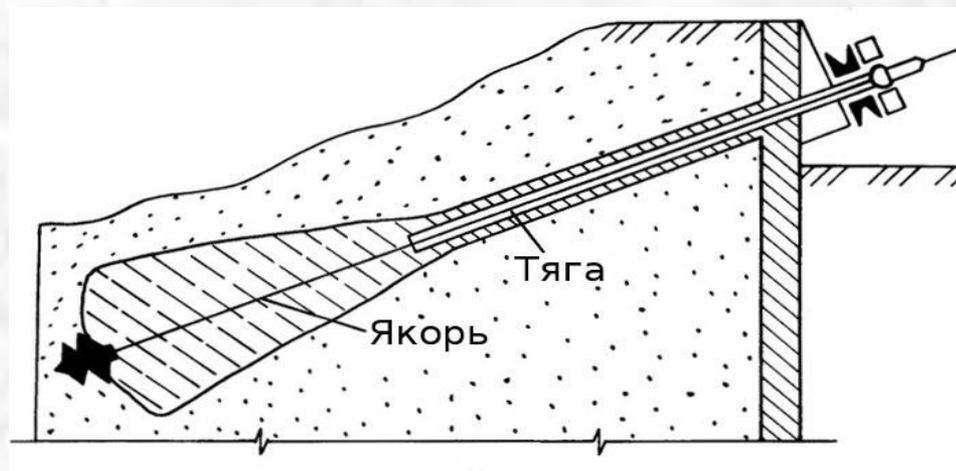


Извлекаемое закрепление стенок траншеи из щитов и распоров (расстрелов)

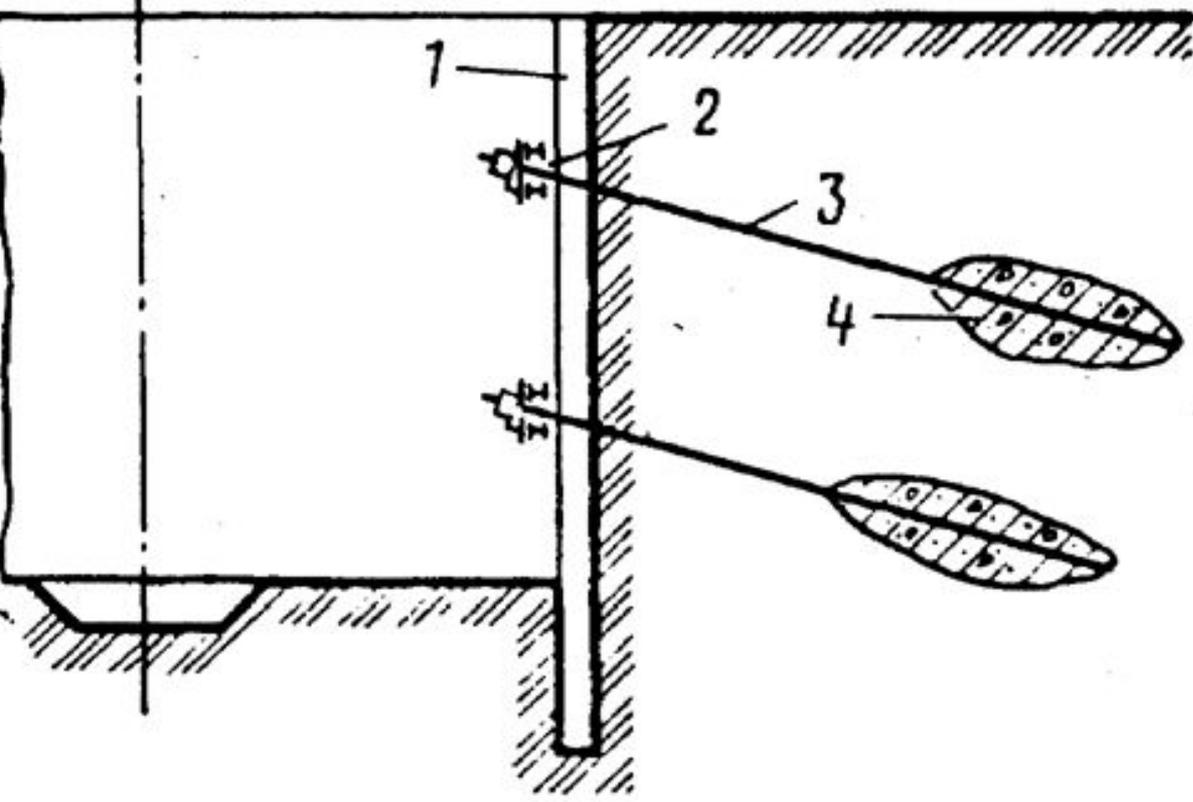


**Извлекаемое закрепление стенок траншеи из стального профиля, с
обвязочным поясом из металлопроката и поперечных распоров**

Усиление шпунтованных вертикальных стенок выемок распорами затрудняет оперативное выполнения строительных процессов внутри выемки. Более эффективный способ - крепление шпунтовых стен **буровыми инъекционные анкерами**, принимающими на себя выдёргивающую нагрузку от массива породы.



Анкеры располагают по длине котлована через 3...5 м в один или несколько ярусов по высоте: 1. Бурят скважину. 2. Вводят обсадную трубу. 3. Вводят полиэтиленовую трубу (если обсадную извлекают). 4. Вводят стальную тягу - стержень или пучок стержней. 5. Нагнетают цементный раствор. 6. Образуют якорь. 7. Вытягивают обсадную трубу. 8. Закрепляют тягу на анкеруемом шпунте.



**Анкерное крепление
стенок котлована:**
1 — шпунт крепления
стенок;
2 — обвязочный пояс
из двух двутавров;
3 — тяга анкера;
4 — закрепление анкера

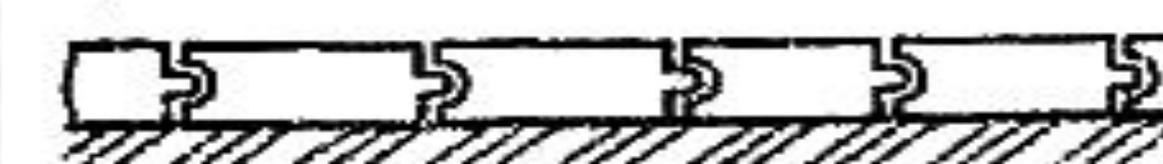
**Методы погружения шпунтов в грунт: вибропогружение,
ударный метод, метод вдавливания, завинчивания.**



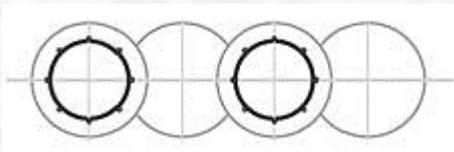
Установка анкерного крепления стенок котлована

Постоянное закрепление

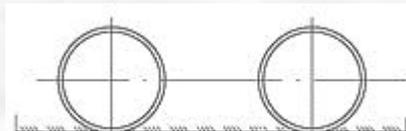
1. Шпунт – сборные железобетонные плиты



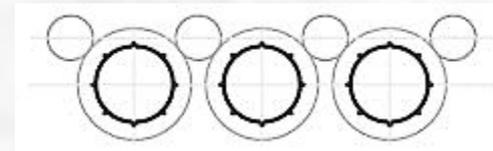
2. Буронабивные сваи



а



б



в

Схемы расположения свай: а - секущиеся; б –прерывистые;
в – касательные с забиркой из глино-цементных свай малого диаметра



Постоянное закрепление стенок котлована прерывистыми сваями



Постоянное закрепление стенок котлована касательными сваями



Постоянное закрепление стенок котлована касательными сваями и анкерами



Постоянное закрепление стенок котлована касательными сваями с извлекаемыми обвязочным поясом из металлопроката и поперечными распорами

Бетонирование днища:

- прямоугольными полосами (около 3 метров шириной) через полосу,
- в круглых днищах кольцевые захваты шириной 5-10 м от центра к краям.
- Бетонную смесь подают бадьями, бетоноукладчиками, бетононасосами.

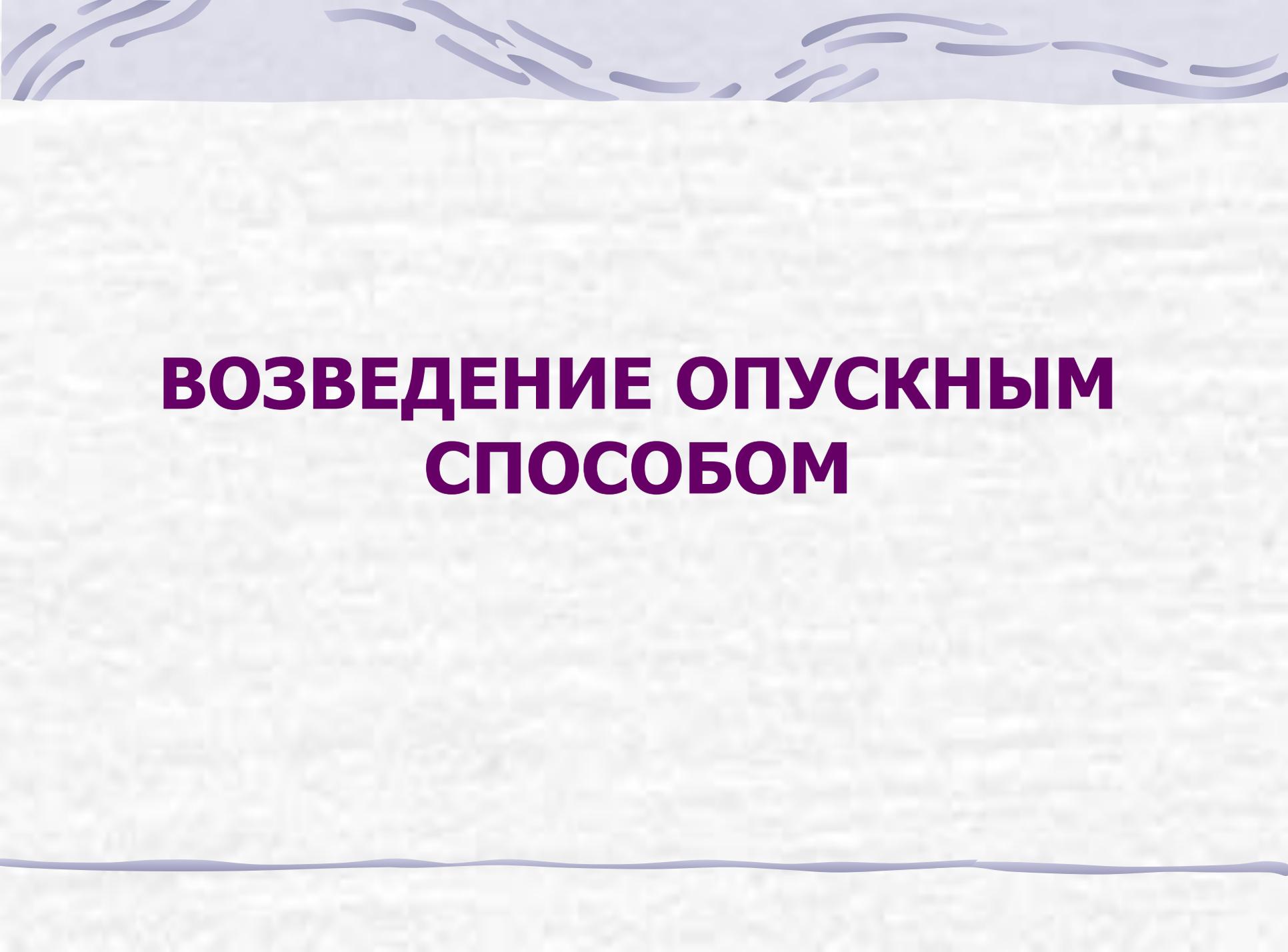
Устройство гидроизоляции днища и стен:

- оклеечная гидроизоляция – битумные или полимерные материалы;
- обмазочная гидроизоляция – специальные мастики;
- листовая или жесткая гидроизоляция – металлические или полимерные листы с наружной части стен.

- **Обратная засыпка пазух котлована.**
За стены укладывают песок слоями с поливкой водой и уплотнением трамбовками.
- **Обволакивание грунта**
На покрытие сооружения укладывают песок слоями 50-60 см с уплотнением каждого слоя.

Особенность возведения подземных зданий котлованным способом

- При возведении монолитных и изготовлении изготовления сборных элементов, заделки стыков применяют **напрягающий цемент**



ВОЗВЕДЕНИЕ ОПУСКНЫМ СПОСОБОМ



Область применения

- При строительстве **подземной части (колодца)** водозаборов, насосных станций первого подъема воды, канализационных насосных станций
- При больших в плане заглубленных сооружениях
- При возведении подземных сооружений в водонасыщенных и неустойчивых грунтах
- При отметке дна объекта от -10.00 до -70.00

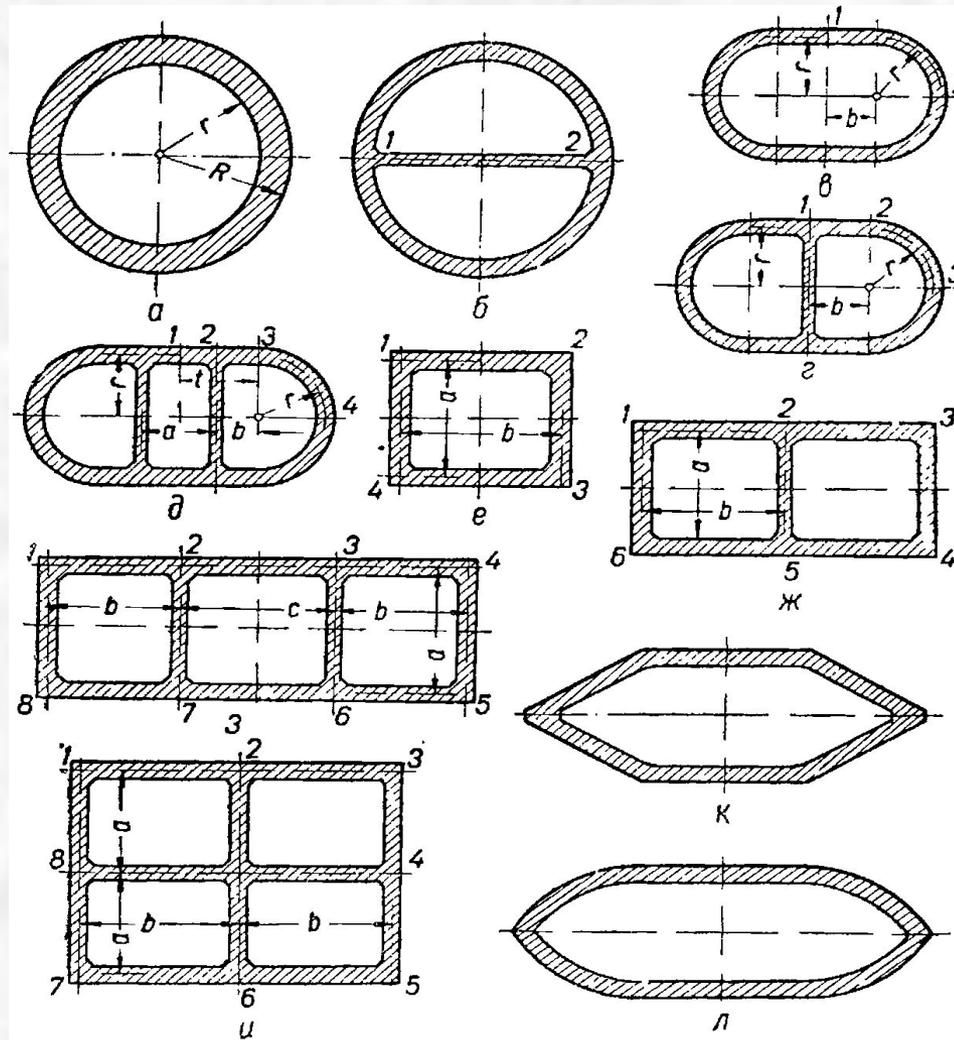


Если колодец входит в состав фундамента, их называют **массивными**.

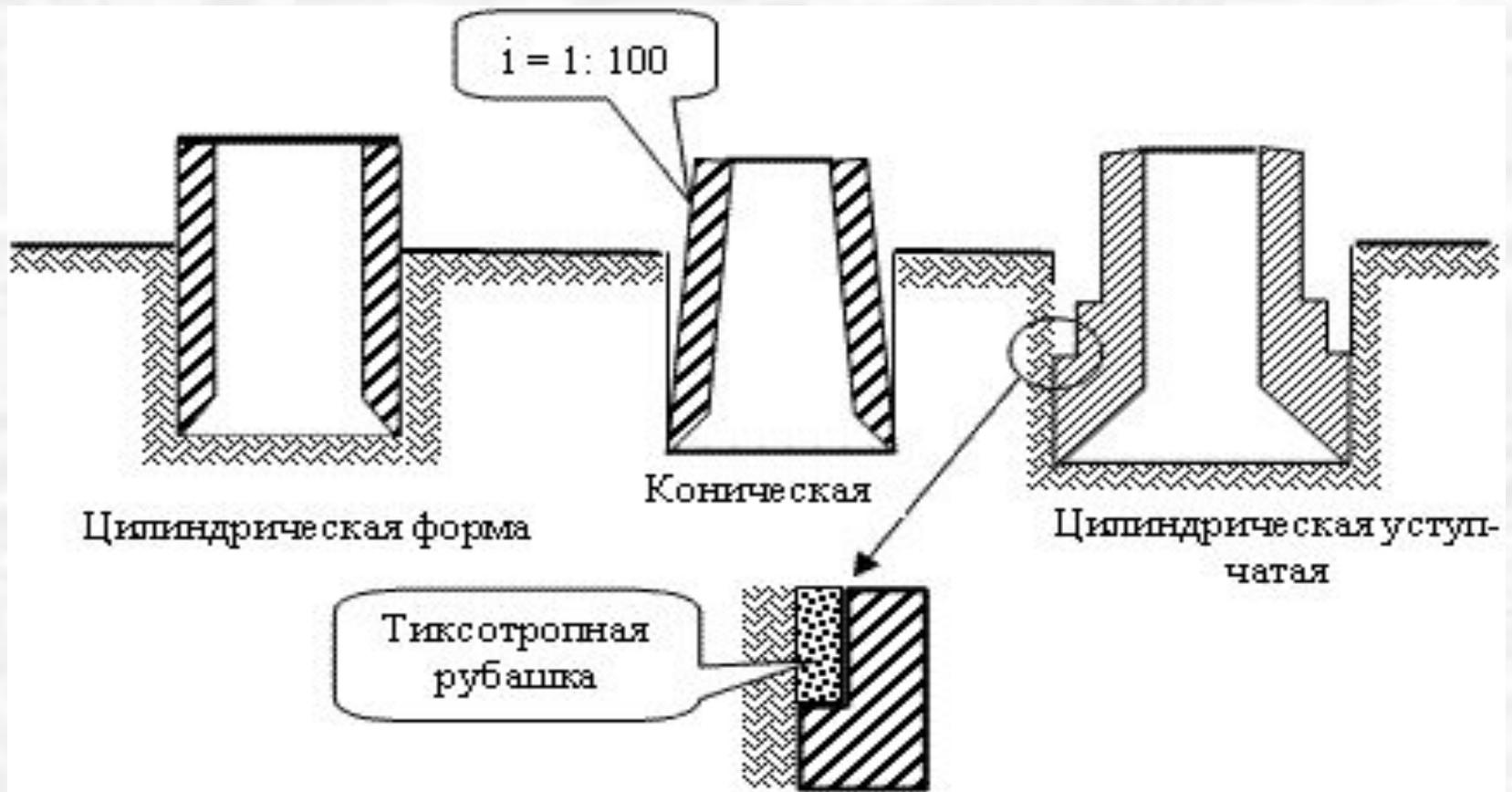
Если колодец используется в качестве помещения (резервуар, насосная станция и т.д.), их называют легкими или **колодцами – оболочками**.



Виды опускных колодцев в плане



форма наружной поверхности колодца



Суть способа

Стенки объекта без днища возводят на нулевой отметке полностью или по ярусам и погружают в грунт на проектную отметку

Погружение колодца

- *Скорость погружения колодца зависит от вида грунта (20-80 см/сут)*
- *При погружении колодца между стенками и грунтом возникает трение.*
- *Для его уменьшения:*
 - *утяжеляют нижнюю часть колодца;*
 - *используют покрытия ножа из органических составов;*
 - *применяют тиксотропные рубашки из глинистого раствора порошка бентонитовой глины. Для этого вне зоны колодца устанавливают глинорастворные узлы со смесителями, трубопроводами, насосами, оборудованием для очистки суспензии.*

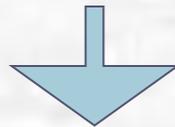
Сборные железобетонные колодцы

- Конструктивное решение:
- стенки из **сборных** железобетонных панелей
- днище из **монолитного** железобетона

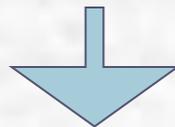
- Диаметр колодца: 16, 24, 36, 42 м, заложение на глубину более 10 м.
- **Стеновые панели** с ножевой нижней частью со съемными инвентарными металлическими ножами; с монолитным железобетонным ножом.
- Панели могут быть облицованы металлической гидроизоляцией.

Последовательность возведения сборных колодцев:

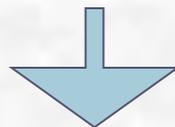
- Подготовительные работы



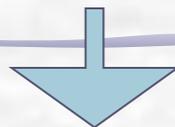
- Монтаж колодца



- Замоноличивание стыков панелей



- Погружение колодца



- Анкеровка колодца



- Устройство монолитного днища



- Внутреннее заполнение



- Устройство гидроизоляции

Подготовительные работы:

- Производят геодезические работы: закрепление осей колодца на обносках, устройство реперов.

Колодцы полностью монтируют:

- На поверхности земли;
- В пионерном котловане (глубина 1,5-2 м с подготовкой из щебня);
- На островках (при расположении колодца в водоёме) из песчаного грунта с естественными откосами (глубина воды до 2 метров) или с укреплёнными откосами с шпунтовой стенкой (глубина воды до 5 метров).

Островок после погружения колодца размывают

Устройство временного основания

- Устраивают по периметру колодца (по месту установки ножа) два кольца (внешнее, внутреннее) из утрамбованной песчано-щебёночной смеси.
- На внешнее кольцо укладывают бетонную стяжку 5-8 см на внутреннее – сборные железобетонные плиты дорожного типа (быстро разбираемые).

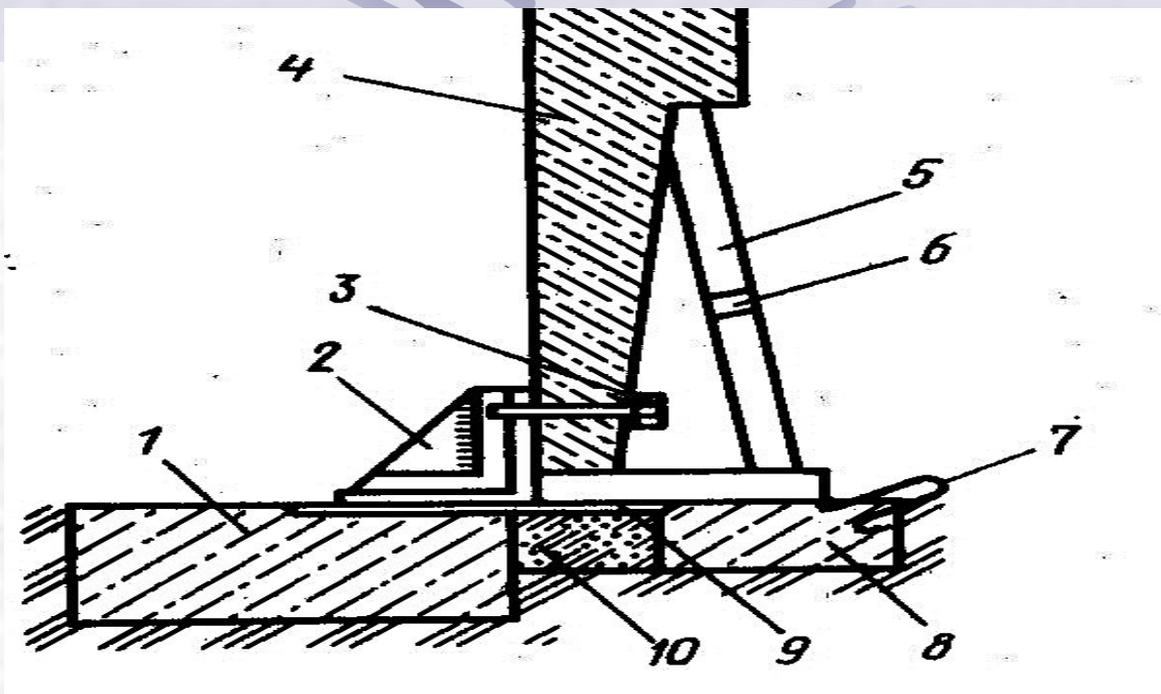


Схема установки ножа сборного опускаемого колодца на временное основание: 1 – внешнее опорное кольцо; 2 – металлический упор; 3 – болт; 4 – стеновая панель; 5 – деревянная стойка; 6 – отверстие для закладки взрывчатых веществ; 7 – петля для оттаскивания сборного элемента опорного кольца; 8 – внутреннее разбираемое опорное кольцо; 9 – деревянные брусья; 10 – уплотненный щебень

Монтаж сборного колодца

- Основной механизм – гусеничный кран. Грузозахватные устройства – траверсы, захваты. Монтажные приспособления – кондукторы для временного крепления и выверки стеновых панелей, подкосы.
- При диаметре колодца до 24 м кран движется с внешней стороны, более 24 м движение крана внутри колодца (за исключением монтажа последних четырёх панелей).

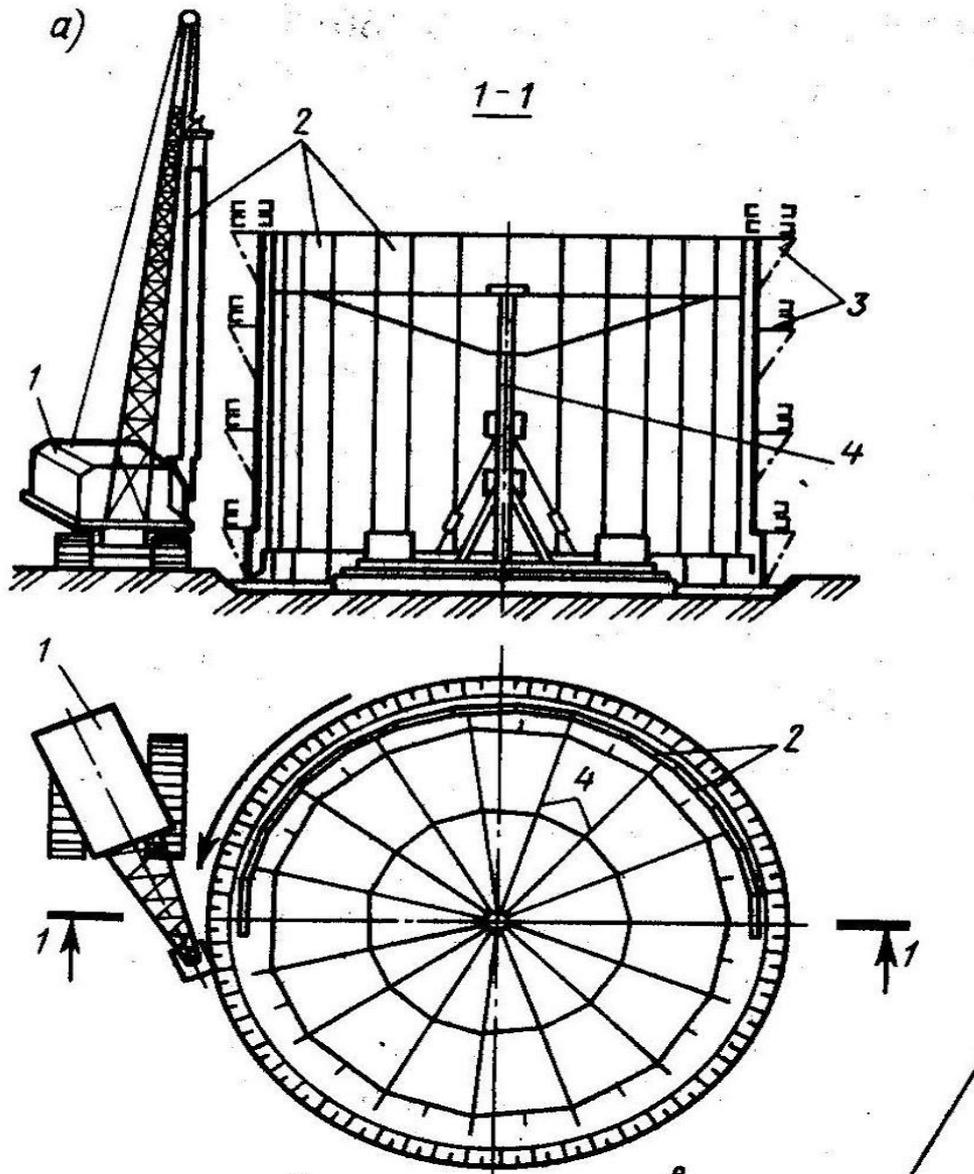


Схема монтажа сборных колодцев:

а – краном с внешней стороны;

б – краном с наружной стороны;

1 – монтажный кран; 2 –

стеновые панели; 3 – навесные

подмости; 4 – стационарный кондуктор

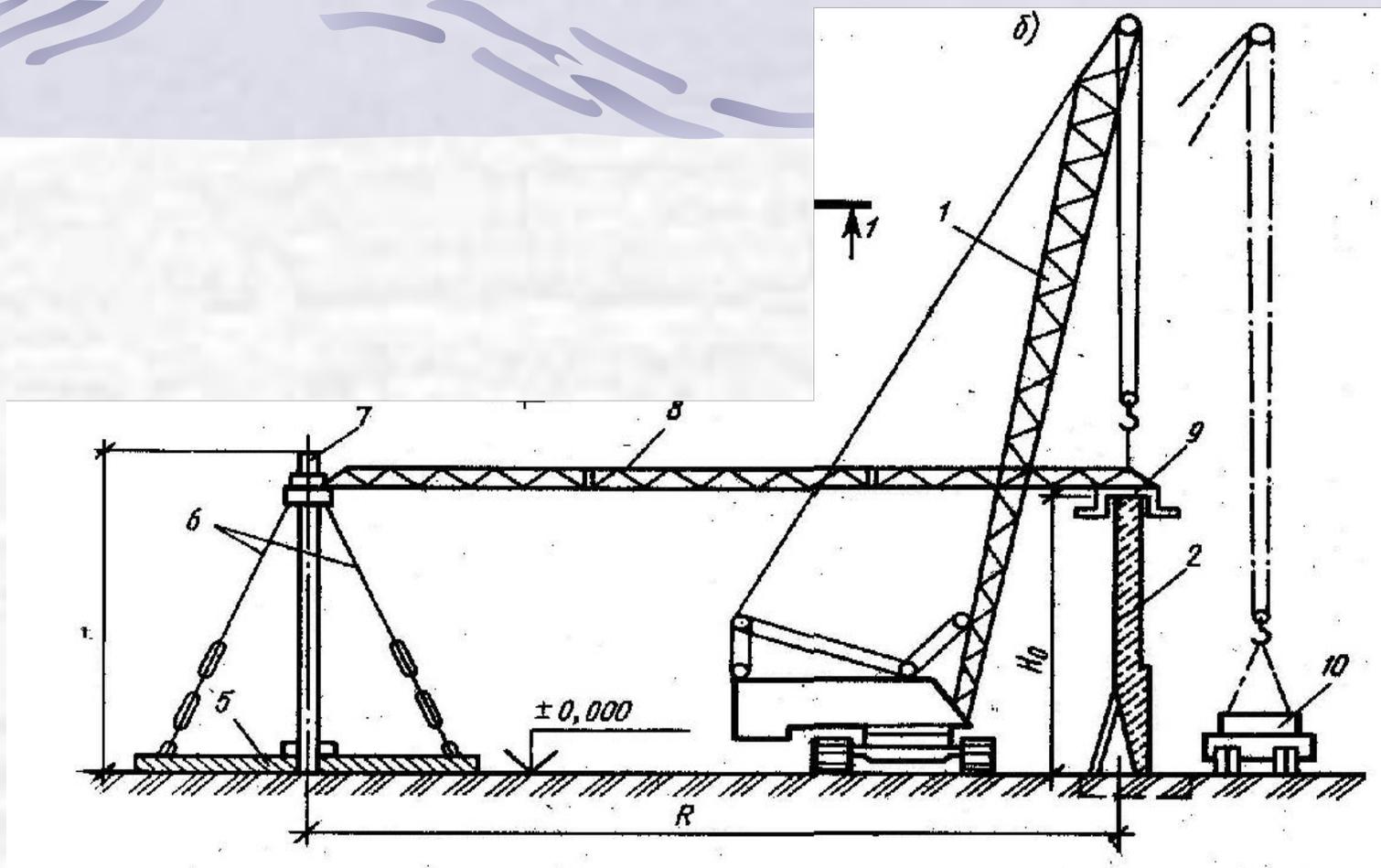


Схема монтажа сборных колодцев: б – краном с наружной стороны;
1 – монтажный кран; 2 – стеновые панели; 5 – основание мачты
кондуктора; 6 – расчалки мачты; 7 – мачта; 8 – поворотная балка; 9 –
зажимное устройство кондуктора; 10 – панелевоз

- Закрепляют панели между собой накладками на сварке: сплошная стальная полоса внутри, пластины с шагом 15 см снаружи.
- При возведении двухъярусных стенок, сначала монтируют панели нижнего яруса с ножом, а затем верхнего яруса

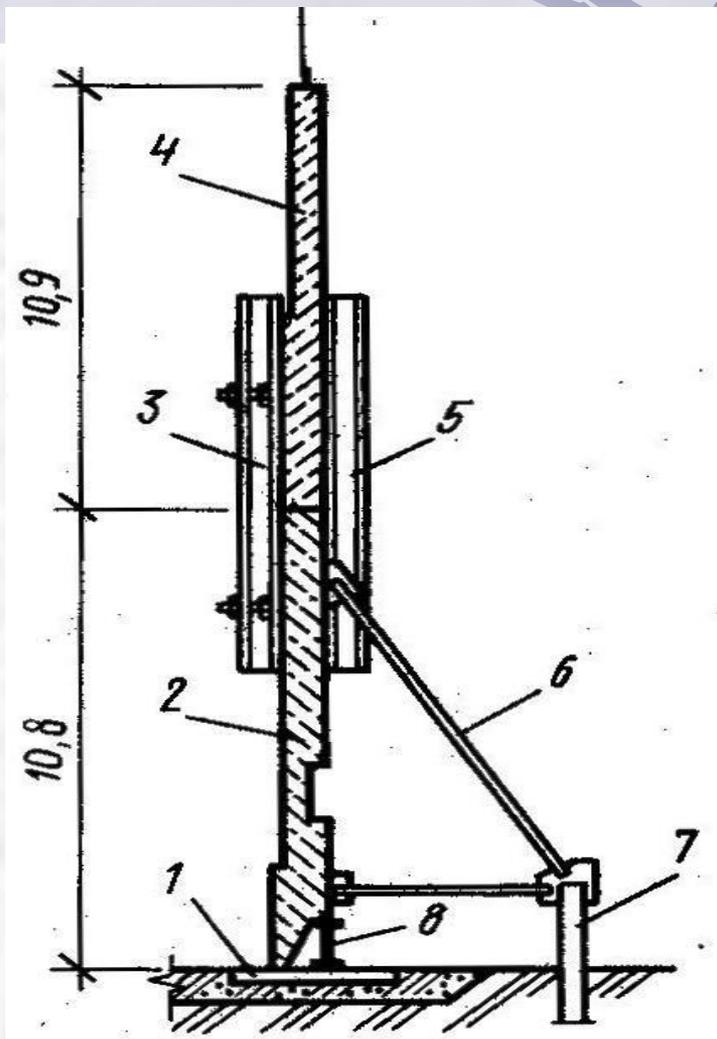
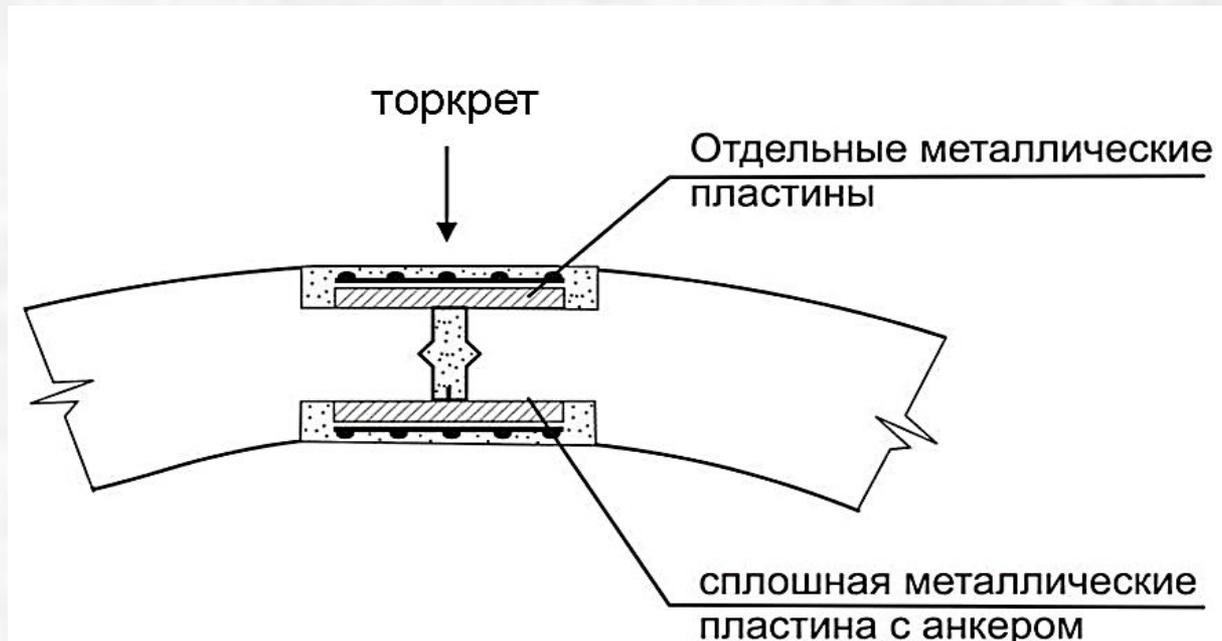


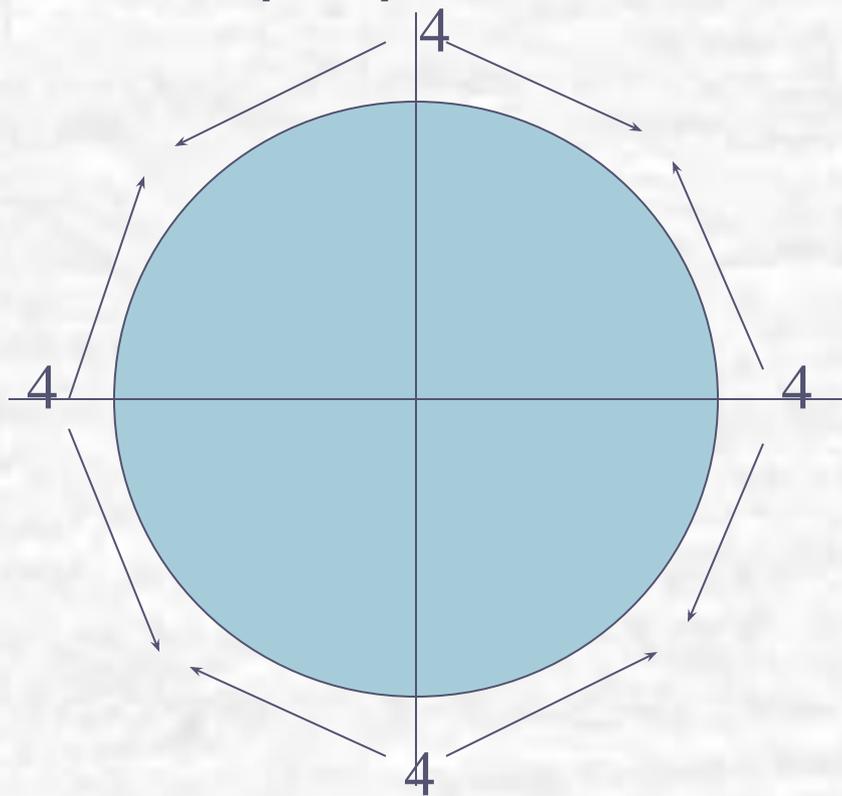
Схема временного крепления и выверки стеновых панелей; 1 – опорная плита; 2 – стеновая панель первого яруса; 3 – наружные направляющие для временного крепления стеновых панелей второго яруса; 4 – стеновая панель второго яруса; 5 – внутренняя направляющая; 6 – трубчатый подкос; 7 – свайная опора; 8 – деревянная стойка

Замоноличивание стыков стеновых панелей

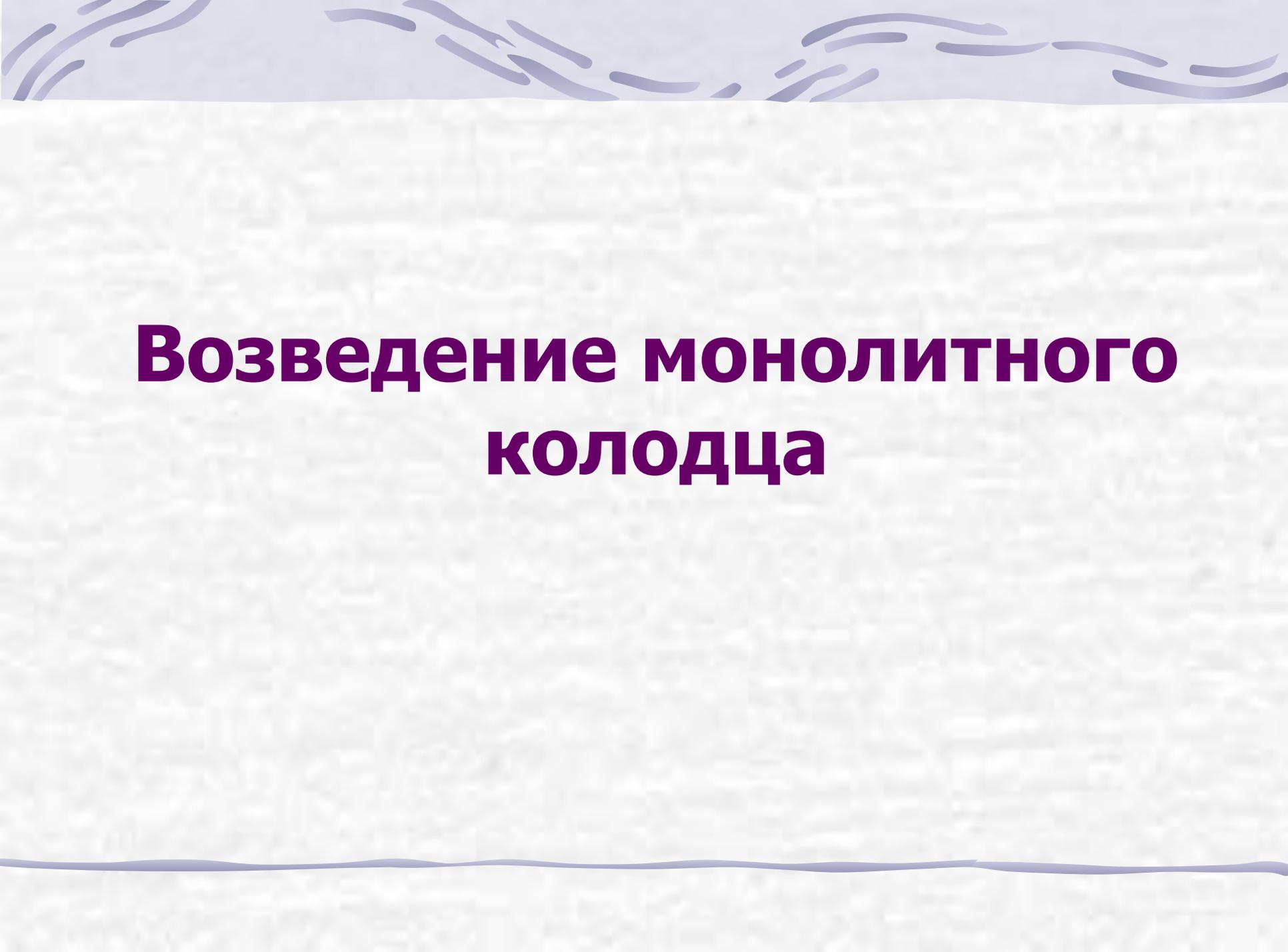
- Используют цементно-песчаные смеси на напряжениях цементах; двухстороннюю металлическую опалубку; шприц-бетонирование (односторонняя опалубка) и торкретирование без опалубки.



- При погружении **сборных колодцев** снимают упоры, одновременно не менее 4-х по направлению перекрещивающихся осей колодца

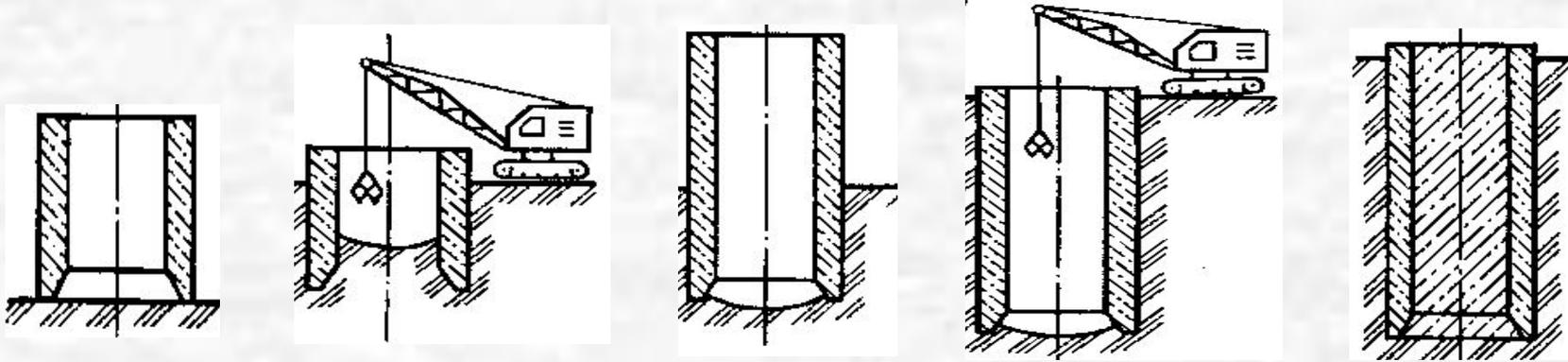


- 
- Удаляют стойки все одновременно (лучше взрывом)
 - Растаскивают бетонные плиты внутреннего кольца трактором, бульдозером по схеме удаления упоров
 - Послойно отрывают грунт полосами от центра к краям, оставляя берму у стены.
 - Колодец своей тяжестью выжимает грунт в центральную часть и плавно погружается.
- 



Возведение монолитного колодца

Последовательность устройства монолитного опускного колодца



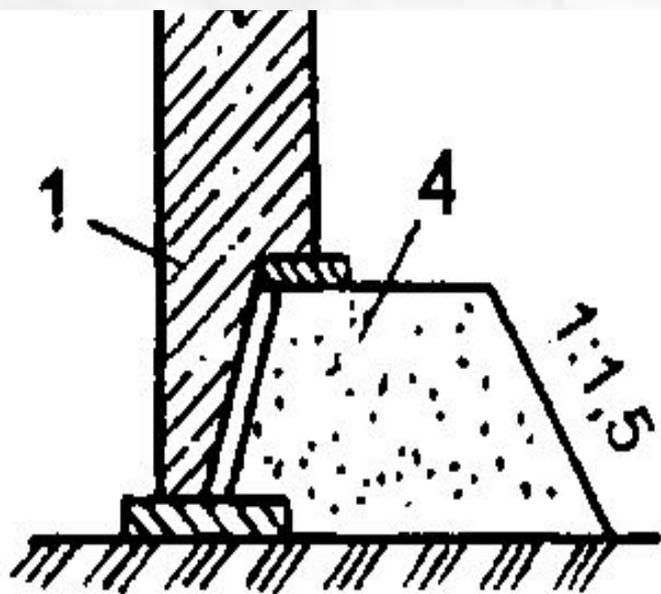
1. Подготовка временного основания.

2. Возведение 1 – го яруса колодца – ножа:

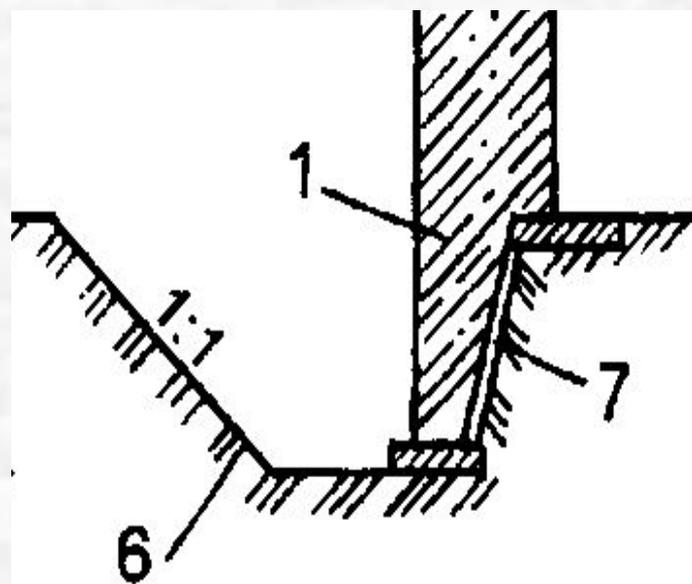
- монтаж армокаркаса
- установка опалубки
- бетонирование
- распалубка после достижения бетоном 100%
проектной прочности

Последовательность устройства монолитного опускного колодца

3. Установка армокаркаса, опалубки, бетонирование 2 – го яруса колодца, распалубка после достижения бетоном 100%-й проектной прочности.
4. Погружение двух ярусов опускного колодца в грунт.
5. Возведение следующих ярусов, с распалубкой после достижения бетоном 70%-й проектной прочности, последовательное погружение в грунт до достижения проектной отметки.



а

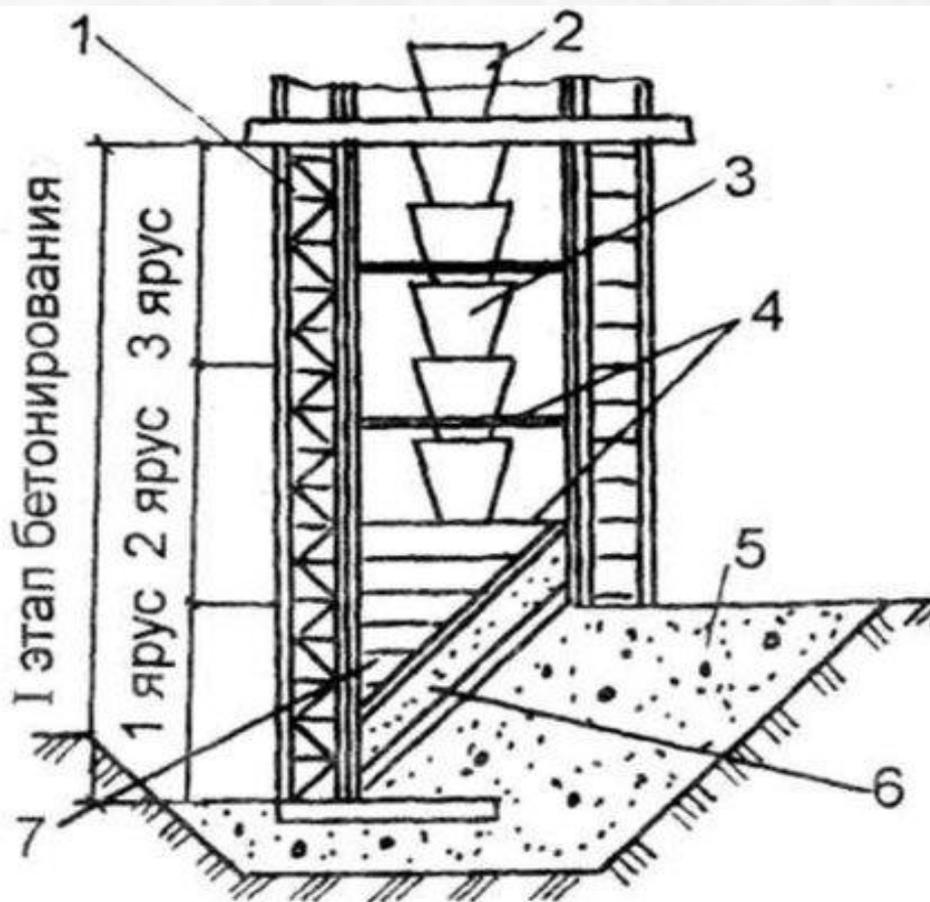


б

Схема устройства ножа монолитного опускаемого колодца на временное основание: а - насыпную грунтовую или щебеночную призму; г – траншею в распор; 1 – монолитный нож; 4 - грунтовая призма; б - траншея; 7 - опалубка

Стены колодцев бетонируют ярусами. Бетонирование ведут отдельными блоками, или по всему периметру. Смесь укладывают слоями толщиной 30-40 см. При толщине стен 0,5...1,2 м и высоте яруса более 2м, смесь подают в бадьях через звеньевые хоботы, устанавливаемые по периметру стен через 3 м, или автобетононасосами.

Уплотняют вибраторами с гибким валом; наружными.



1 - опалубка стены колодца; 2 - воронка для приема бетонной смеси; 3 - гибкий хобот; 4 - арматурный каркас; 5 - щебеночная призма; 6 - элементы опалубки; 7 - нож колодца

Опалубка для возведения монолитных опускных колодцев: разборно-переставная; несъемная в виде железобетонных тонкостенных плит –оболочек.

Для бетонирования применяют бетон класса С20/25 с водоцементным отношением 0,4 - 0,45; осадка конуса бетонной смеси 4 - 6 см.

Арматура поставляется на строительную площадку в виде укрупненных элементов: армокаркасов, армосеток, армоблоков.

- Гидроизоляцию стен колодца выполняют торкретированием, снаружи по мере их бетонирования до начала погружения ярусов колодца.

Разработку грунта в колодце начинают от центра на глубину 1.5...2 м не доходя до ножей на 1...3 м. Разработку бермы выполняют вручную (в редких случаях размывают гидромонитором) слоями по 10...15 см и шириной по 20...30 см, равномерно по всему периметру колодца, за исключением специально фиксированных зон. Если после разработки берм до фиксированных зон колодец не опускается, то осуществляют одновременную разработку фиксированных зон.

Разработка грунта при погружении колодца любого типа

- В сухих грунтах - экскаваторами, бульдозерами с подъемом в бадьях кранами
- В водонасыщенных грунтах - гидромониторами с подъемом гидроэлеваторами или землесосами

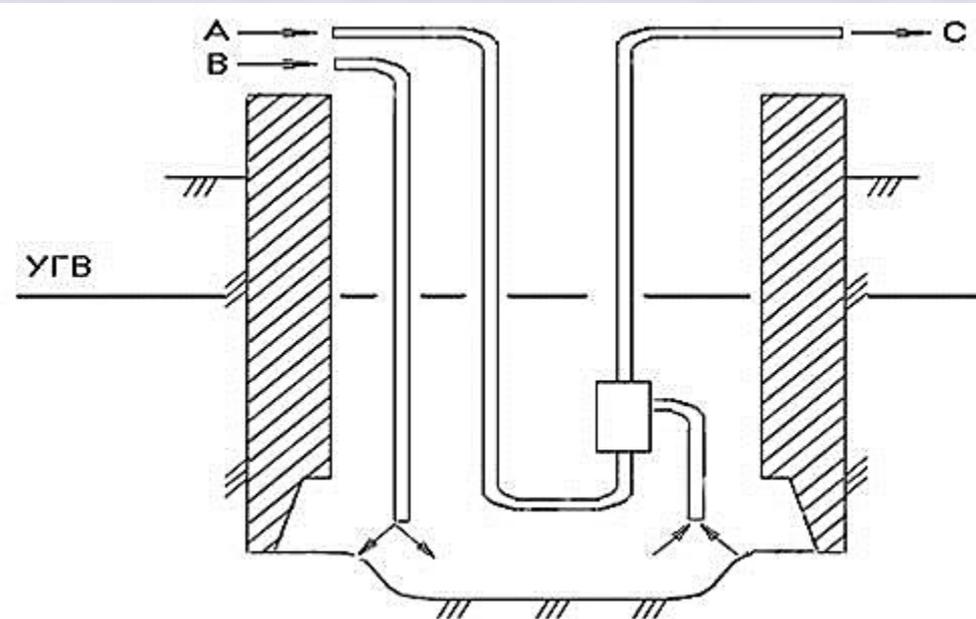
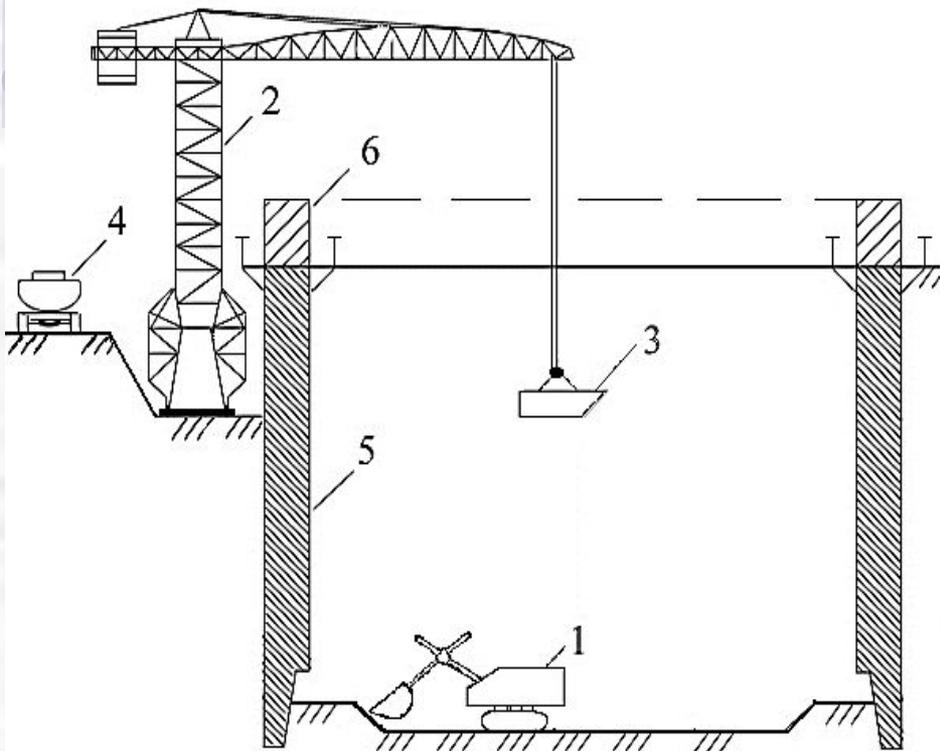


Схема разработки грунта гидромеханическим оборудованием:
 гидроэлеватором (А, В – вода; С – вода с грунтом);
 эрлифтом (А – воздух; В – вода; С – вода с грунтом)

Схема разработки грунта механизмами:

- 1 – экскаватор;
- 2 – кран; 3 – бадья; 4 – автосамосвал;
- 5 – стены опускного колодца;
- 6 – опалубка наращиваемого яруса стен

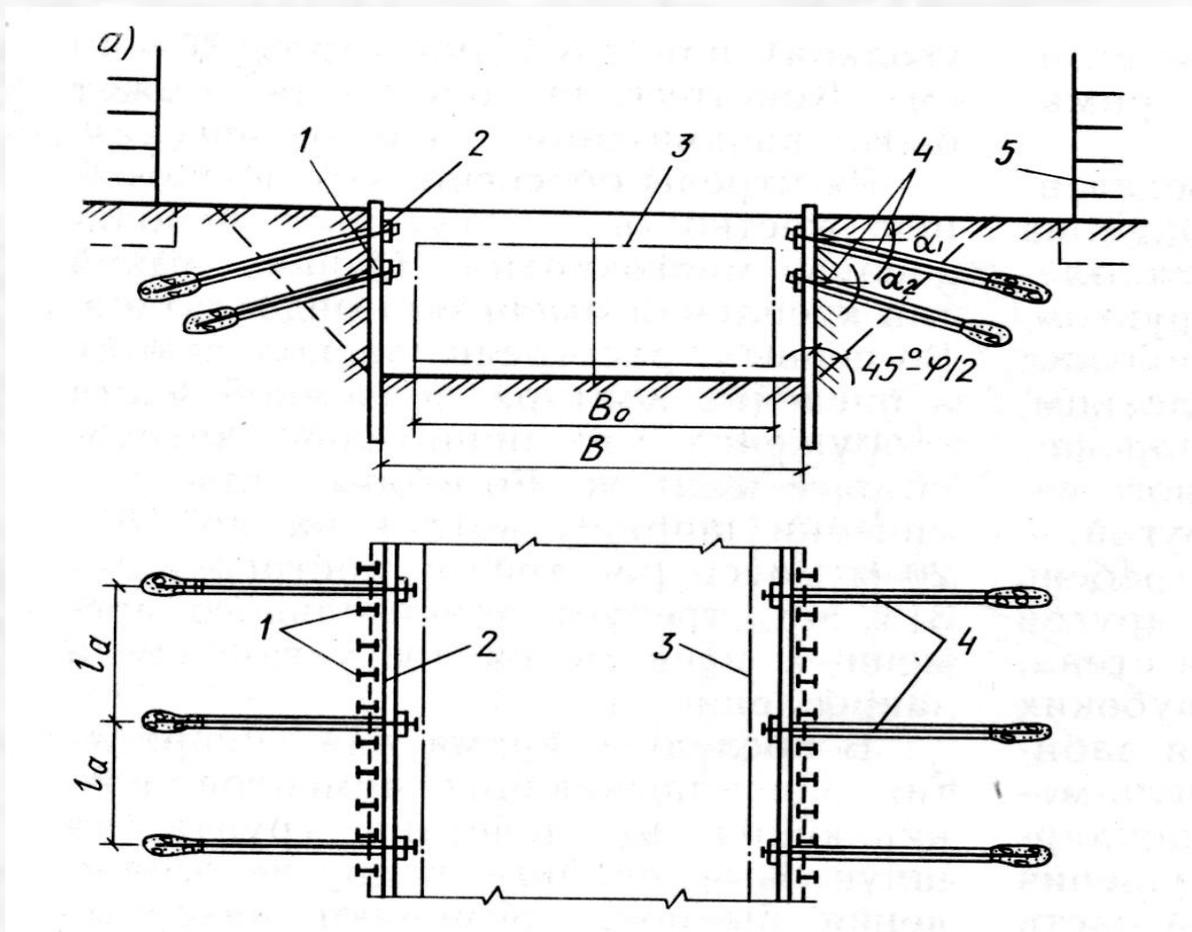
Контроль за погружением колодца

- Контроль ведут с помощью рисок, нанесенных на стены, или нивелировочных контрольных реек, закрепленных по концам двух взаимно перпендикулярных диаметров колодца.
- Проверку вертикальности колодца производят перед и после каждой его осадки.
- Колодцы при погружении, особенно на первых 5...8 м, могут накрениться. Смещения и перекосы (крены) должны устраняться немедленно, как только будут обнаружены.
- Способы исправления перекосов колодцев: способ качаний, пригрузки и др.

Анкеровка колодца

- Масса подземных сооружений не всегда уравнивает давление грунтовых вод. Против всплытия колодцев их стены и днище закрепляют анкерами.

Анкерная крепь.



Бетонирование днища:

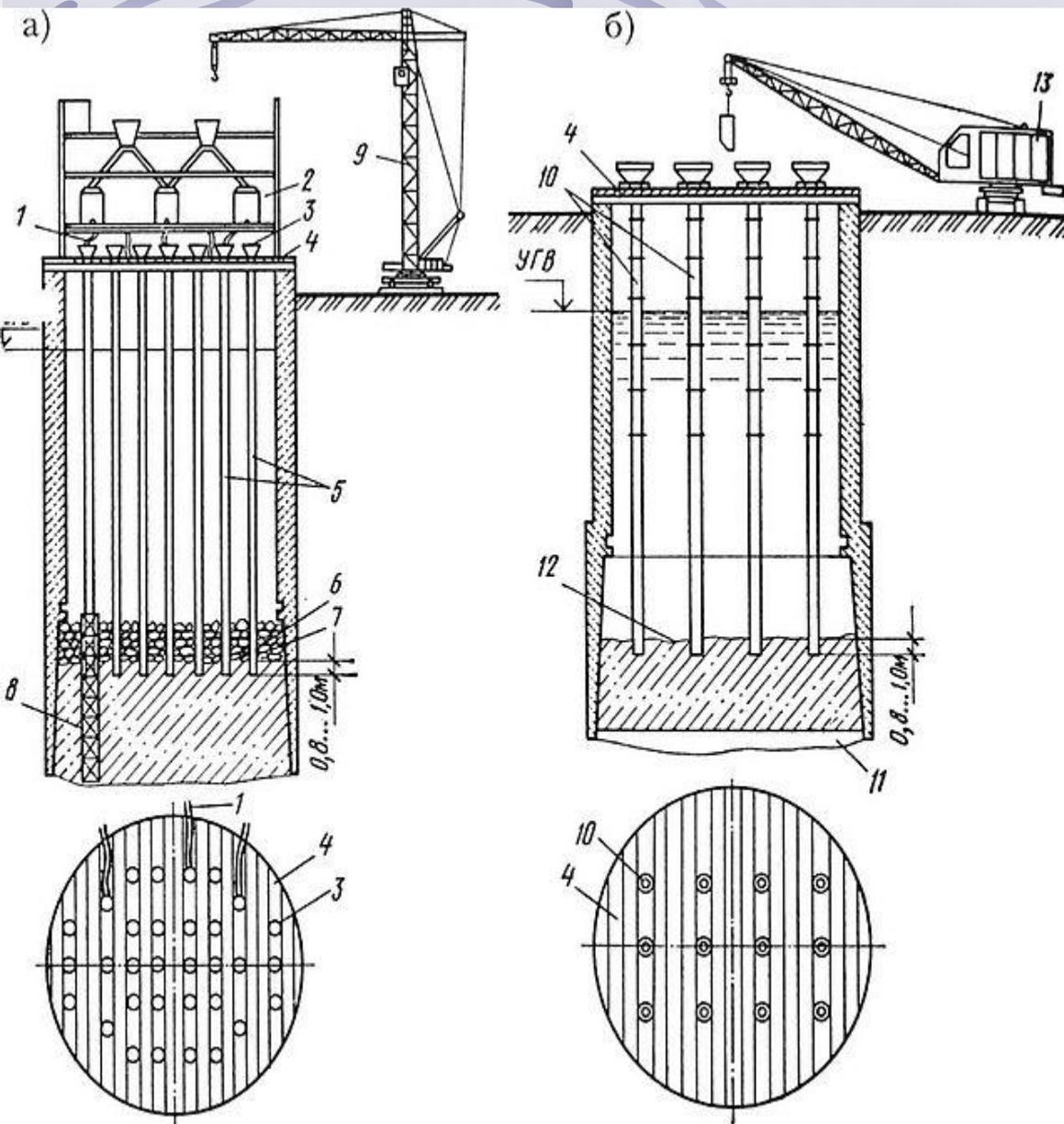
- прямоугольными полосами (около 3 метров шириной) через полосу,
- в круглых днищах кольцевые захваты шириной 5-10 м от центра к краям.
- Бетонную смесь подают бадьями, бетононасосами.

В рыхлых водонасыщенных грунтах возможно присутствие **ВОДЫ** на дне колодца.

В этом случае:

на дне устраивают бетонную подушку, укладываемую методами подводного бетонирования, после набора бетоном достаточной прочности воду из колодца откачивают,

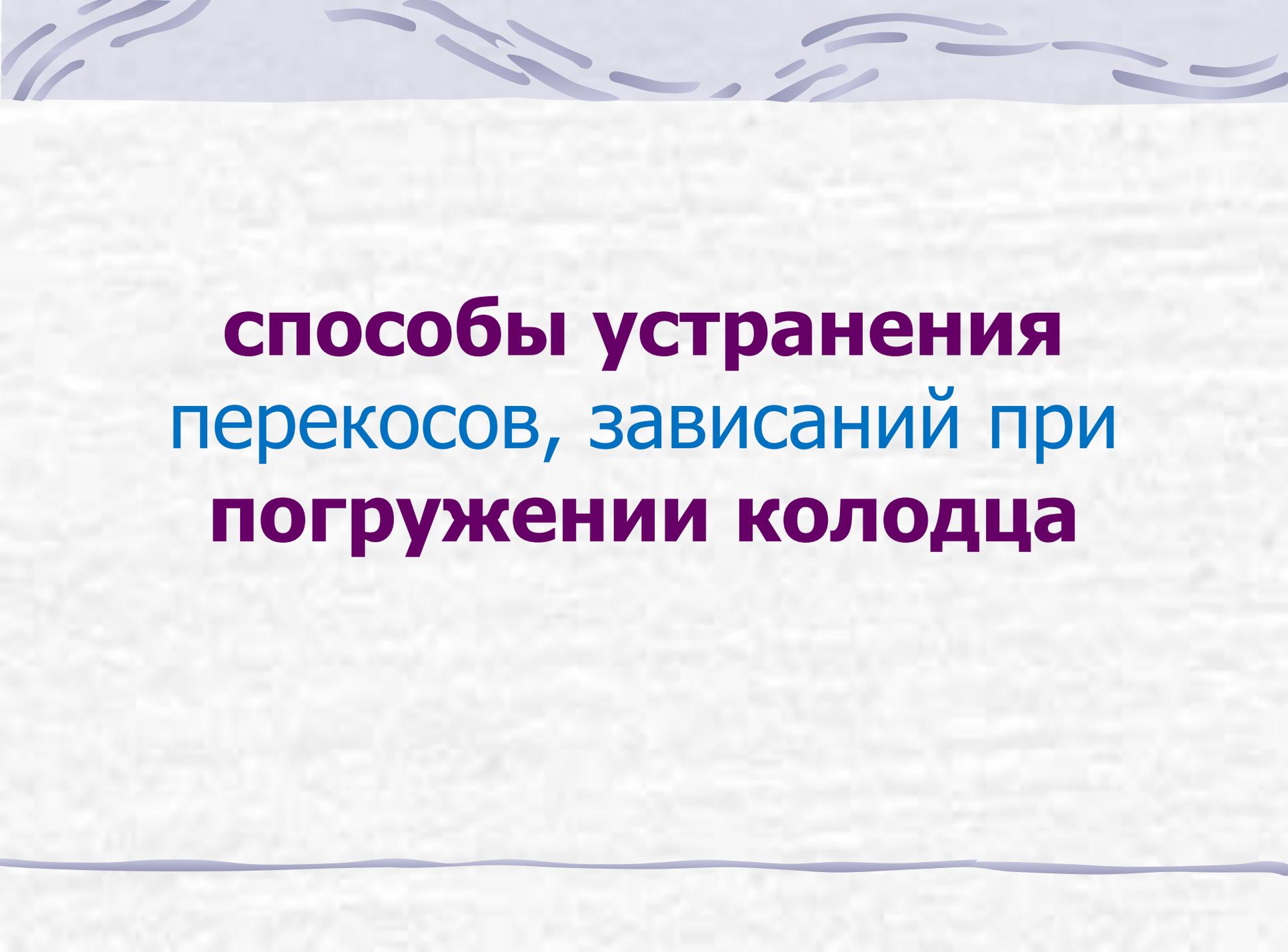
под прикрытием подушки устраивают гидроизоляцию и затем бетонируют днище.



Схемы подводного бетонирования «подушки» дна опускного колодца:
а — методом восходящего раствора (ВР); б — методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ): 1, 5 — раствороподающие шланги, трубы; 2 — растворосмесительный узел; 3 — металлические воронки; 4 — перекрытие над колодцем; 6 — наброска из камня; 7 — поверхность раствора; 8 — шахта из арматуры; 10 — бетонолитные трубы; 11 — выравнивающий щебеночный слой; 12 — поверхность бетона

Устройство гидроизоляции днища и стен:

- оклеечная гидроизоляция – битумные или полимерные материалы;
- обмазочная гидроизоляция – специальные мастики;
- листовая или жесткая гидроизоляция – металлические или полимерные листы с наружной части стен.

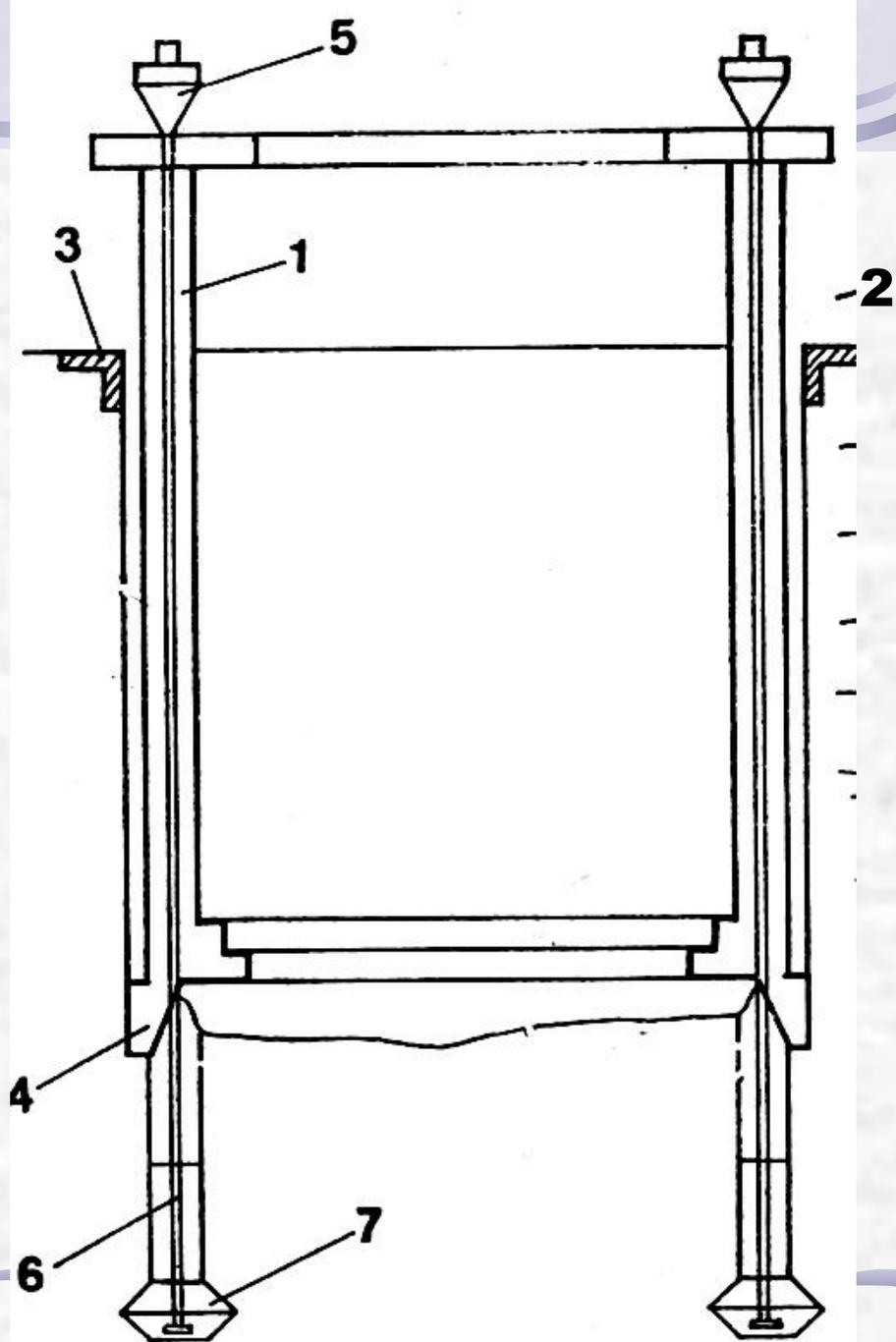


**способы устранения
перекосов, зависаний при
погружении колодца**

Монолитный вариант колодца

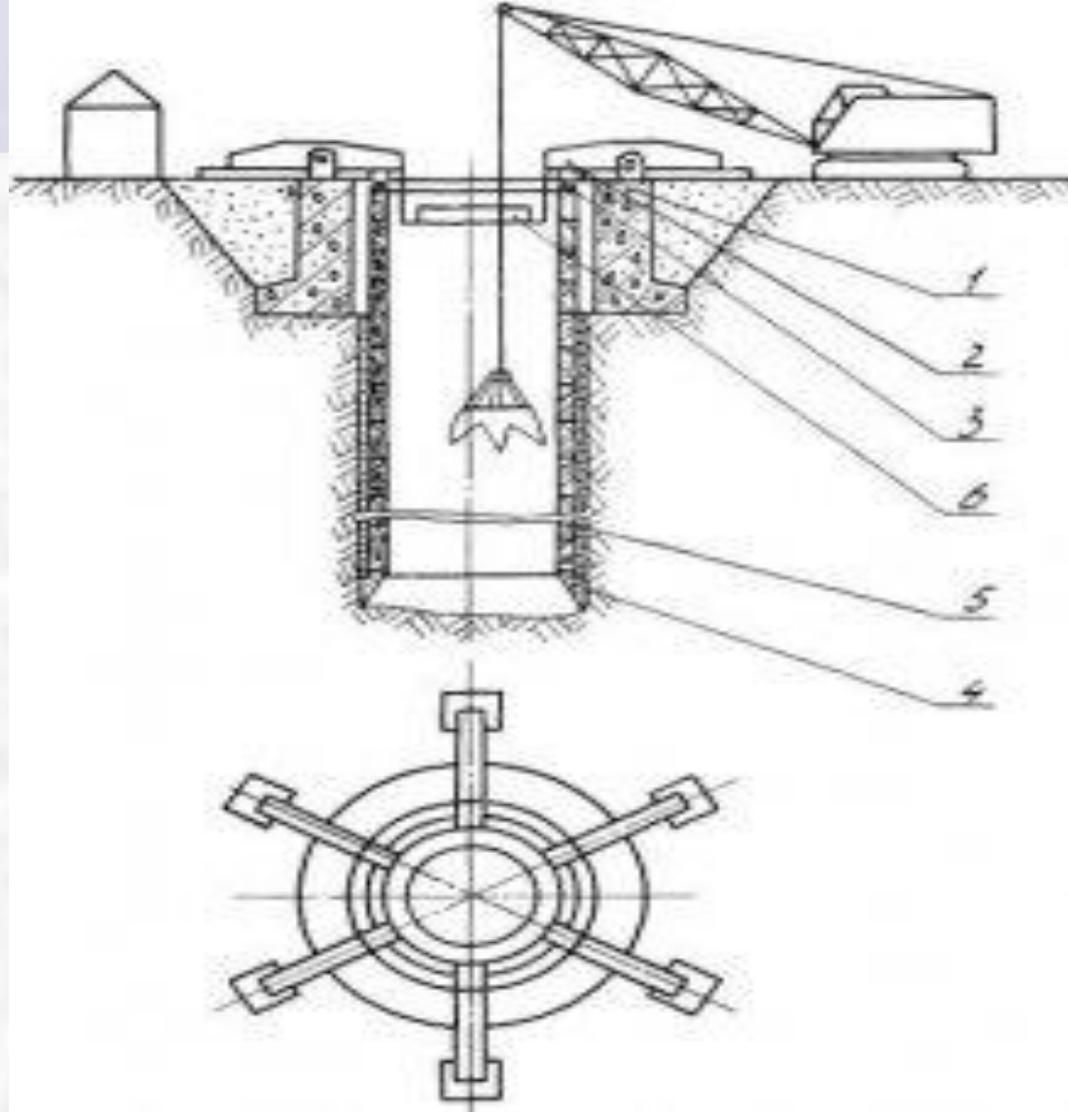
- **Возведение с принудительным регулированием (способ глубокого бурения)**
- Перед началом возведения колодца по периметру стен бурят скважины ниже отметки погружения ножа колодца, в которых устраивают анкерные сваи и закрепляют канаты (тяжи).
- В опалубку стен колодца вставляют каналобразователи для пропуска тяжей, сверху монтируют домкраты.
- Разработав грунт на глубину одного яруса, включают домкраты и попеременно вдавливают колодец.
- После возведения колодца тяжи прочно заделывают в каналах, и они служат якорями против всплытия колодца.

- 1 – стенка;
- 2 – пионерный котлован;
- 3 – бетонная подготовка;
- 4 – нож;
- 5 – домкрат;
- 6 – тяж;
- 7 – скважина.

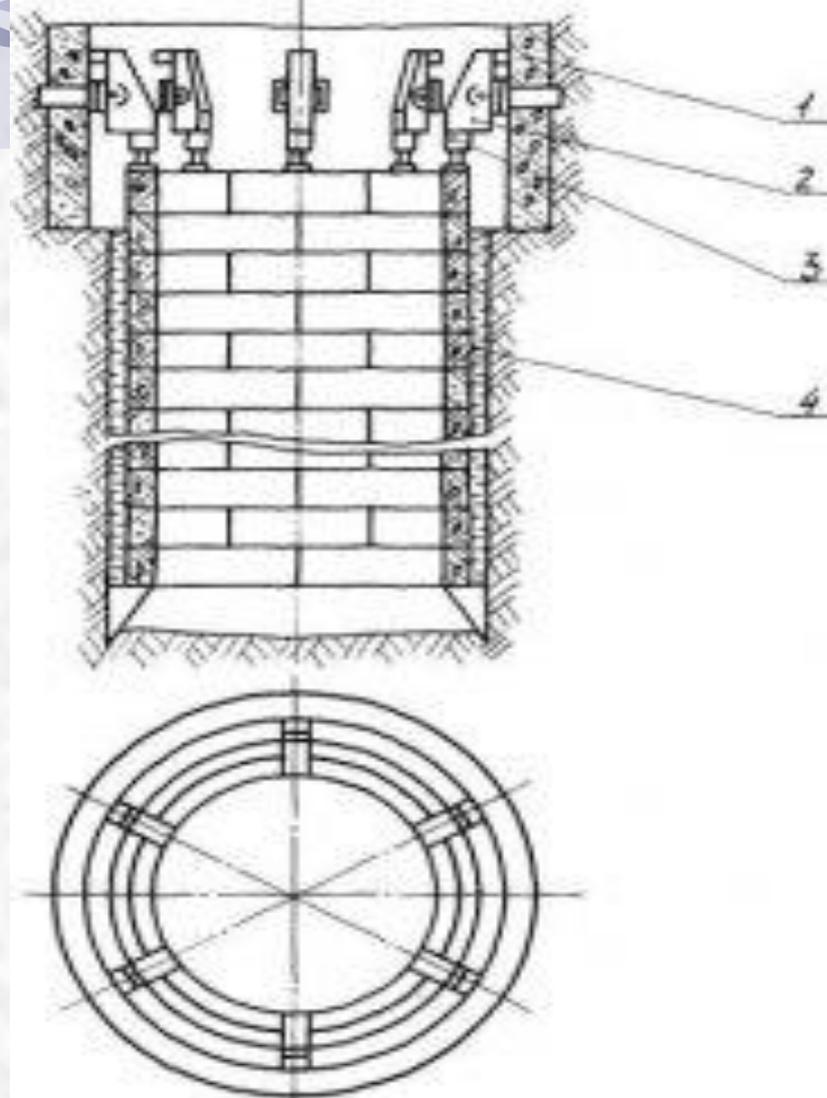


Сборный вариант колодца

- Способ задавливанием применяют при глубине погружения опускных колодцев более 20 м. Для задавливания колодцев (или крепи):
- применяют двухконсольные балки, на которых установлены гидравлические домкраты,
- устройства, прикрепленные шарнирно к вертикальным стенам опорной конструкции.



**Схема погружения колодца способом задавливания:
1 - опорный воротник; 2 - двухконсольная балка; 3 - гидроцилиндры; 4 - ножевая часть; 5 - крепь ствола; 6 - полук.**



Задавливание колодца посредством угловых упоров
1 - опорная конструкция; 2 - угловой упор; 3 - домкрат; 4 - сборные стены колодца

Тема 1.2

Рассматриваемые вопросы

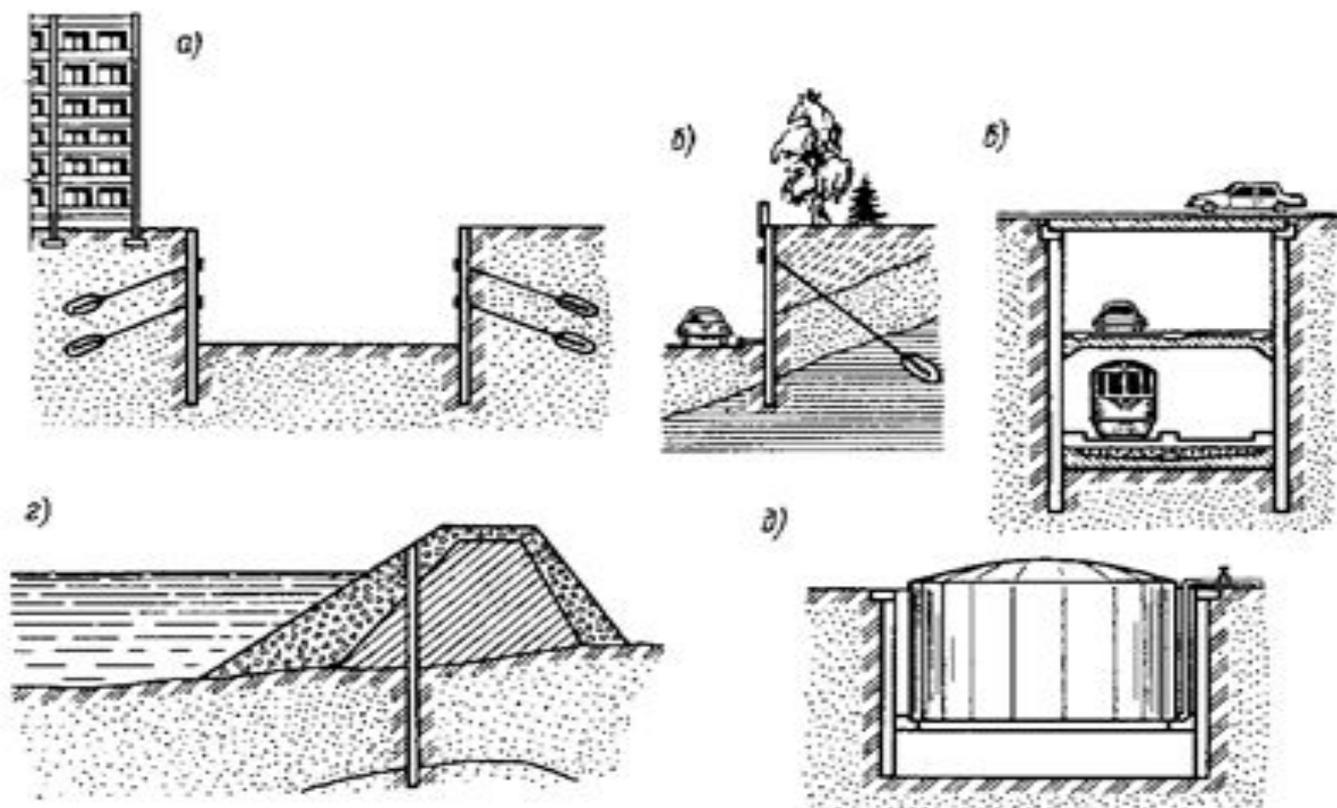
Способ «стена в грунте»

Возведение закрытым способом

Способ «стена в грунте»

Суть технологии «стена в грунте»

- в грунте возводят ограждающие стены подземного сооружения, они же являются его фундаментом;
- под защитой стен разрабатывают внутреннее грунтовое ядро;
- устраивают днище и воздвигают внутренние конструкции подземного сооружения.



Конструкции, сооружаемые способом «стена в грунте»: а – котлованы в городских условиях; б – подпорные стенки; в – тоннели; г – противодиффузионные диафрагмы; д – подземные резервуары



«Стена в грунте» позволяет осуществлять строительство:

в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений;

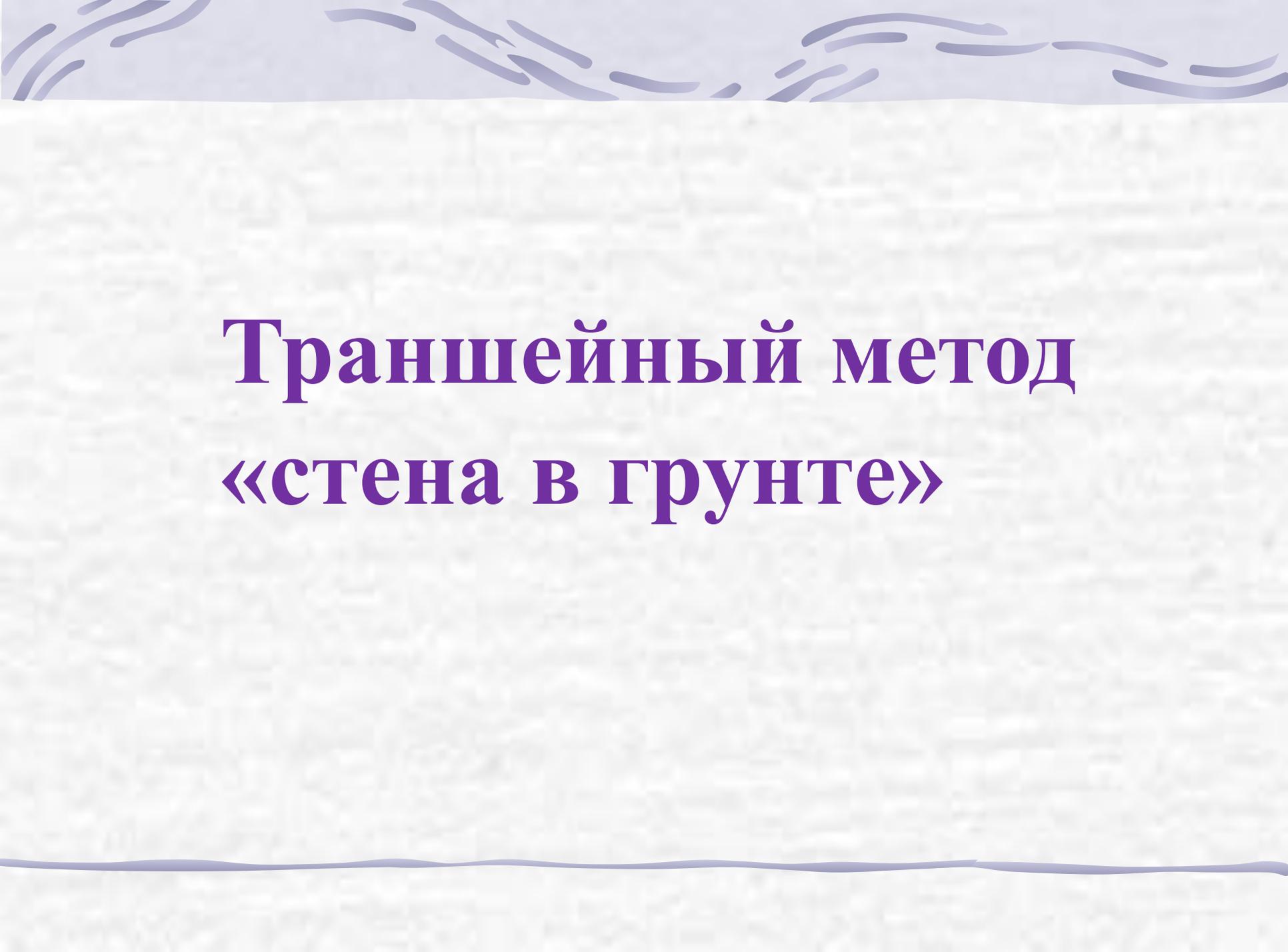
при значительной глубине сооружения (до 50 м);

при больших размерах в плане и сложной форме сооружения;

при высоком уровне подземных вод.

Разновидности метода «стена в грунте»

- **траншейный** - ограждающая конструкция выполняется сплошной стеной из монолитного железобетона или сборных железобетонных элементов
- **свайный** - ограждающая конструкция образуется из ряда вертикальных буронабивных свай
- **струйный** - ограждающая конструкция образуется прорезанием в грунте щелей, заполняемых твердеющим материалом.



Траншейный метод «стена в грунте»

Нецелесообразно применять:

- в грунтах с пустотами и кавернами, на рыхлых свалочных грунтах;
- на участках с бывшей каменной кладкой, обломками бетонных и железобетонных элементов, металлических конструкций и т.д.;
- при наличии напорных подземных вод или зон большой местной фильтрации грунтов.

Общие технологические этапы

- ❖ В грунте по контуру стен будущего объекта отрывают форшахту
- ❖ Разрабатывают узкие, глубокие траншеи, заполняя их глинистым раствором (суспензией)
- ❖ Возводят монолитные или монтируют сборные стены
- ❖ Разрабатывают грунт внутри объекта
- ❖ Устраивают днище объекта
- ❖ Выполняют работы по внутреннему заполнению в соответствии с проектом

- **Форшахта** – верх траншеи глубиной до 1 м, шириной на 1,5 метра больше ширины траншеи. Предохраняет стенки верха траншеи от обсыпания грунта. Откосы облицовывают металлическими листами, сборными железобетонными плитами.

Глинистая суспензия:

- *Пропитывает и укрепляет грунт; создает гидрофобную плёнку на зернах грунта;*
- *При твердении давит на стенки траншеи, препятствуя обрушению.*

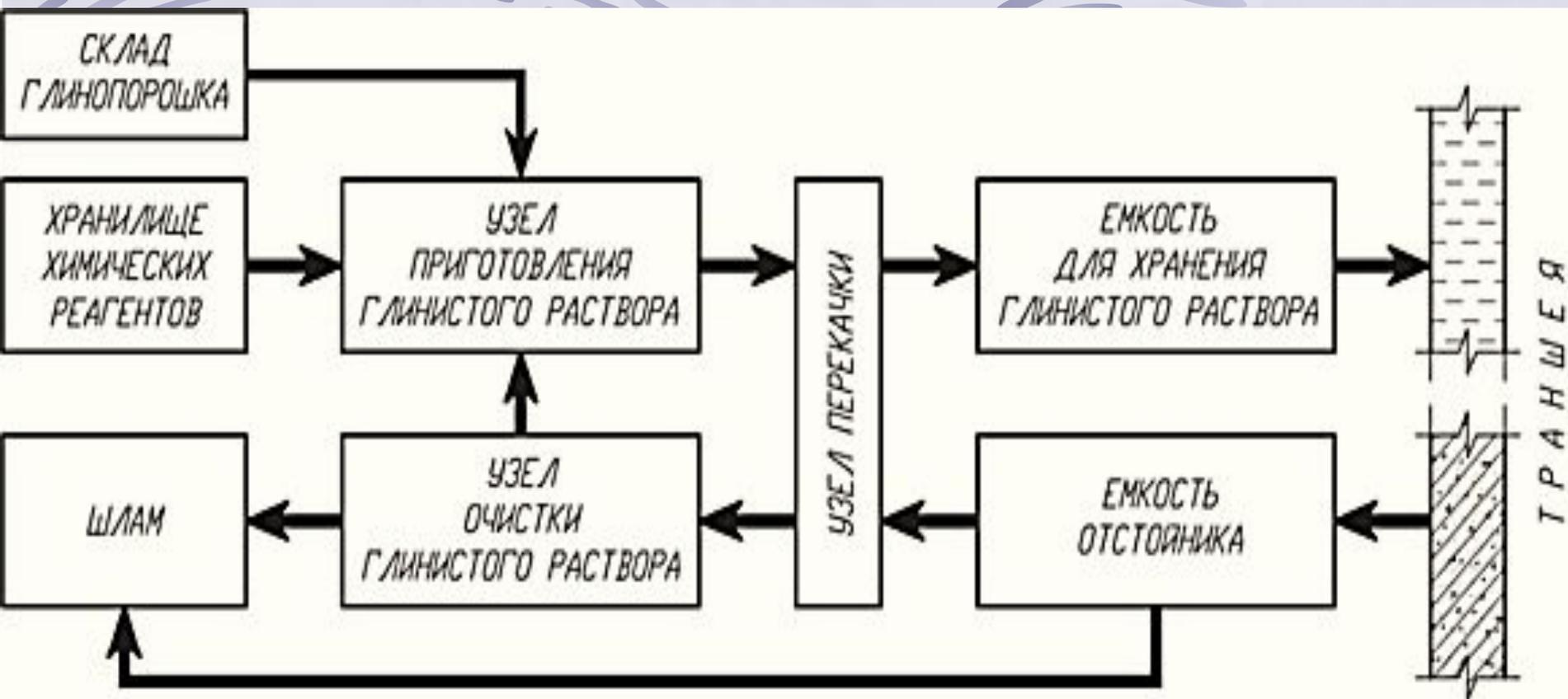
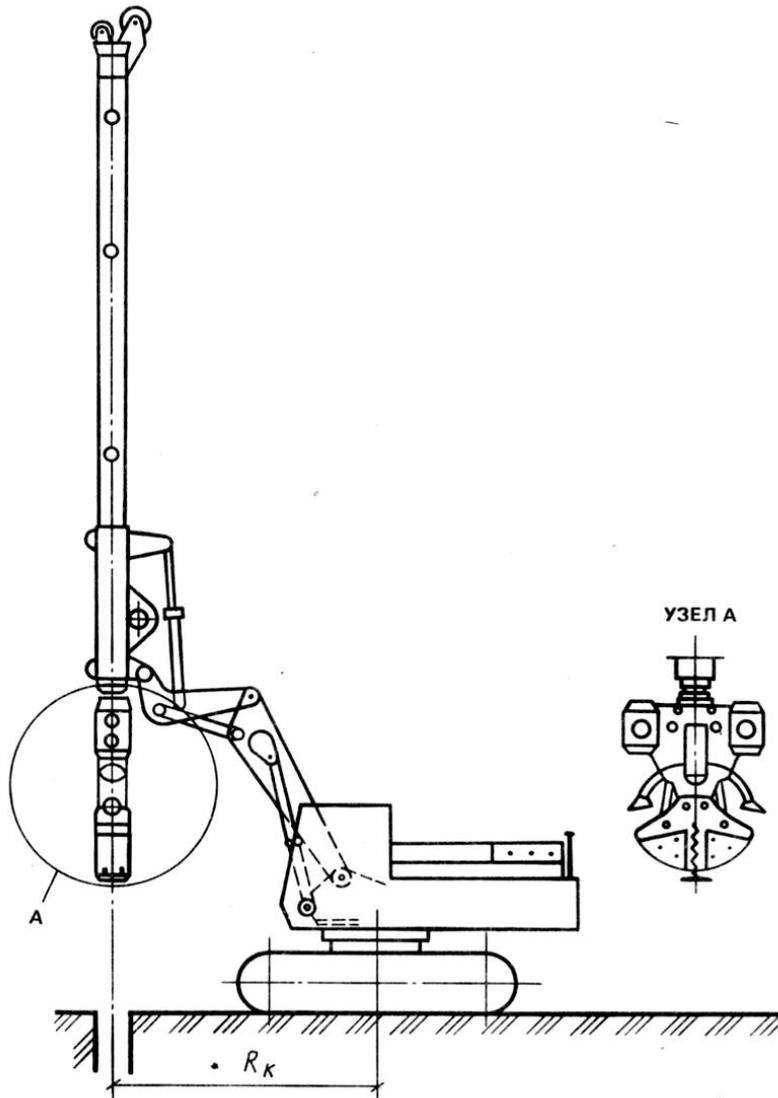
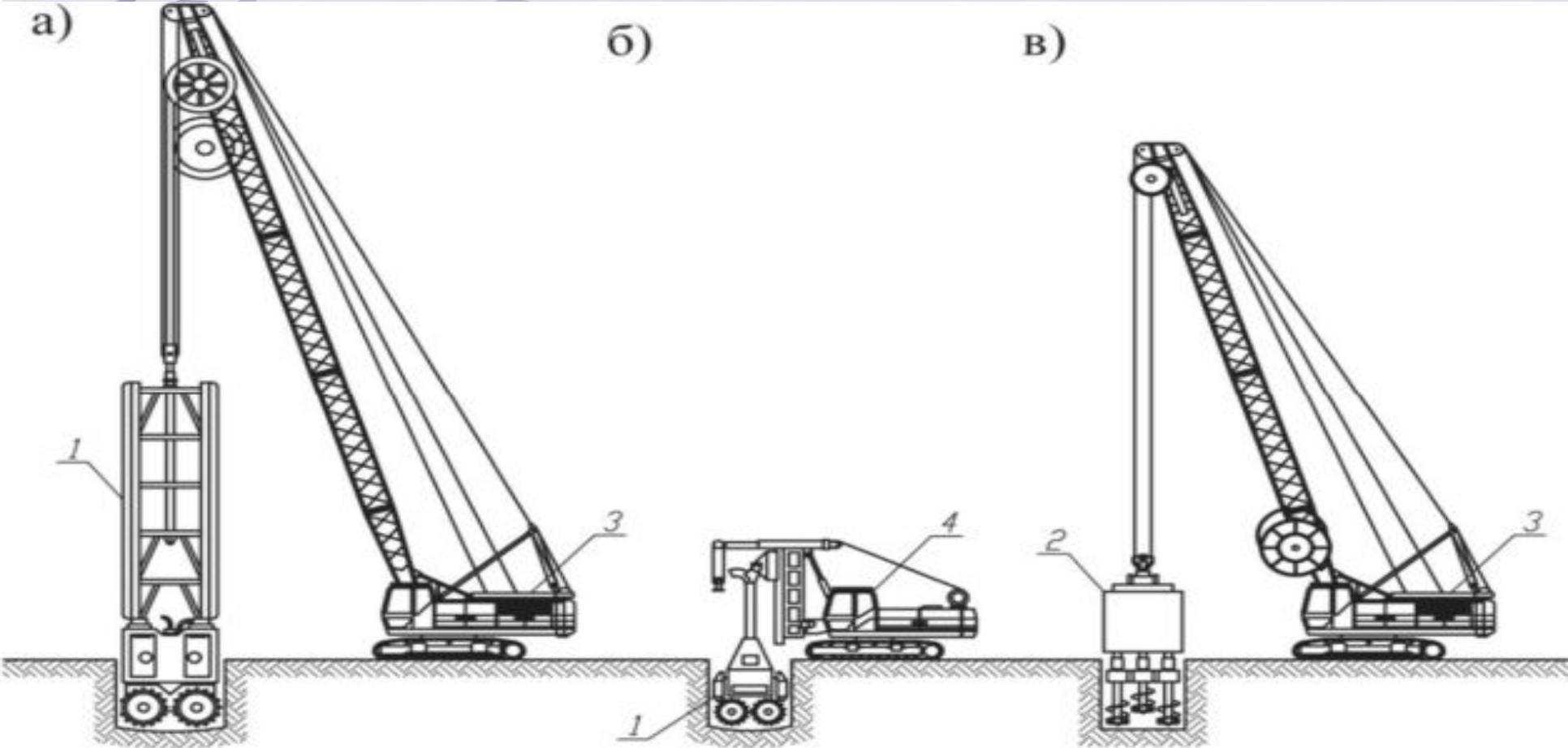


Схема циркуляции глинистого раствора

- Для устройства узких и глубоких траншей при этом способе используют в основном грейферные экскаваторы

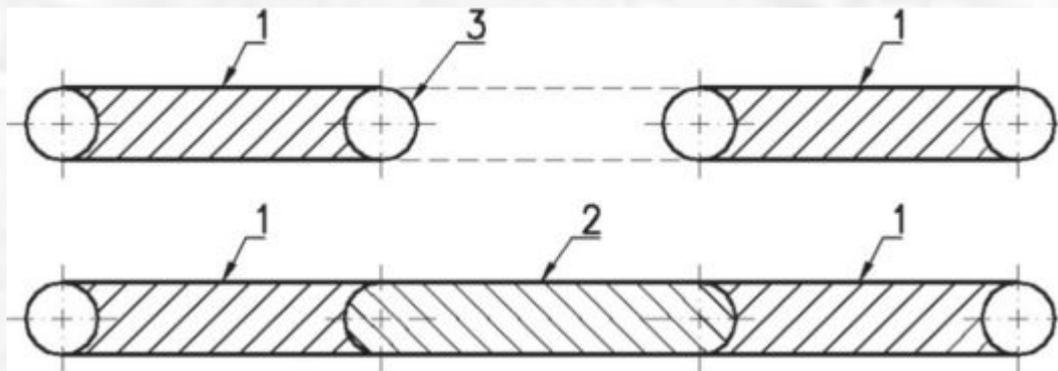
Грейфер штанговый





Оборудование для устройства траншей в труднорабатываемых плотных грунтах: *а* — установка с гидрофрезой; *б* — установка с компактной гидрофрезой; *в* — установка с многошпиндельным буровым агрегатом; *1* — гидрофреза; *2* — многошпиндельный буровой агрегат; *3* — гусеничный кран; *4* — базовая машина на гусеничном ходу

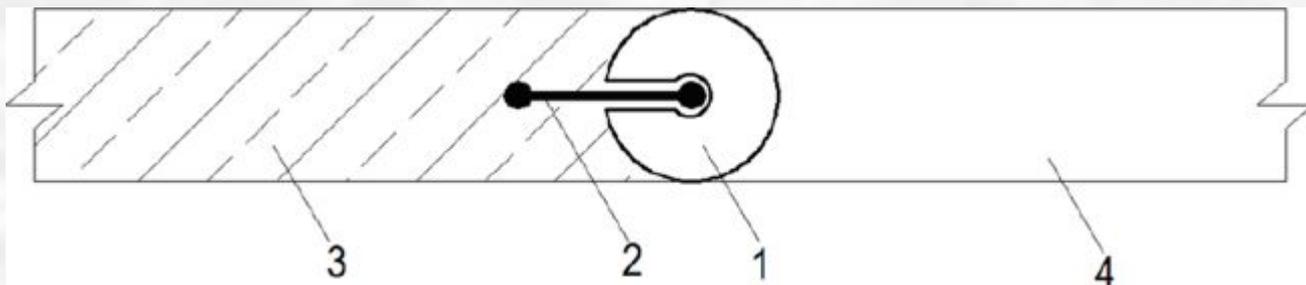




Порядок разработки траншей:

1 — первая очередь; *2* — вторая очередь; *3* — ограничитель

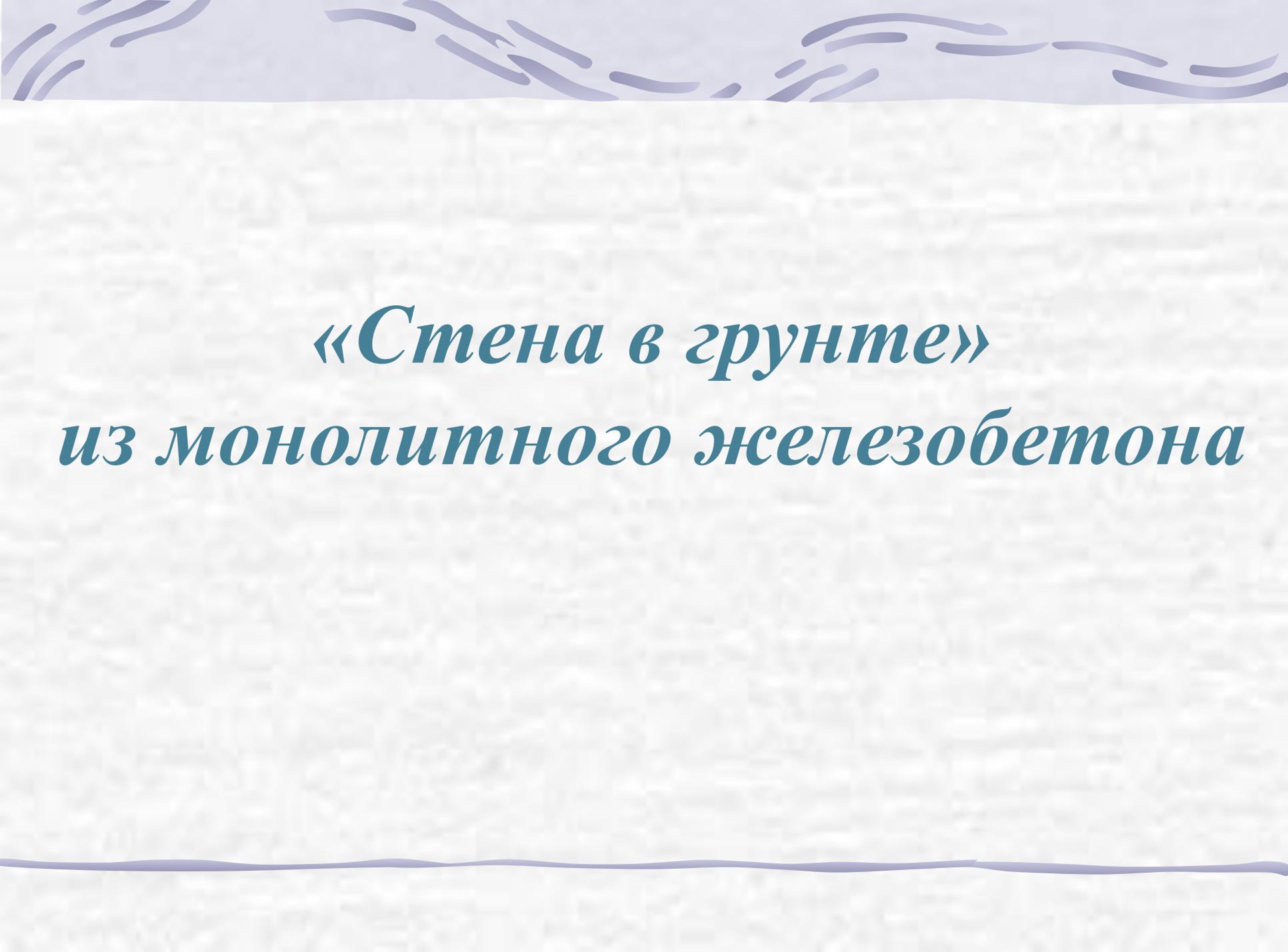
При повышенных требованиях к водонепроницаемости стыков между элементами захваток, используют специальные ограничители с резиновыми вставками. При извлечении ограничителя резиновая вставка остается на месте и перекрывает стык при бетонировании примыкающей захватки.



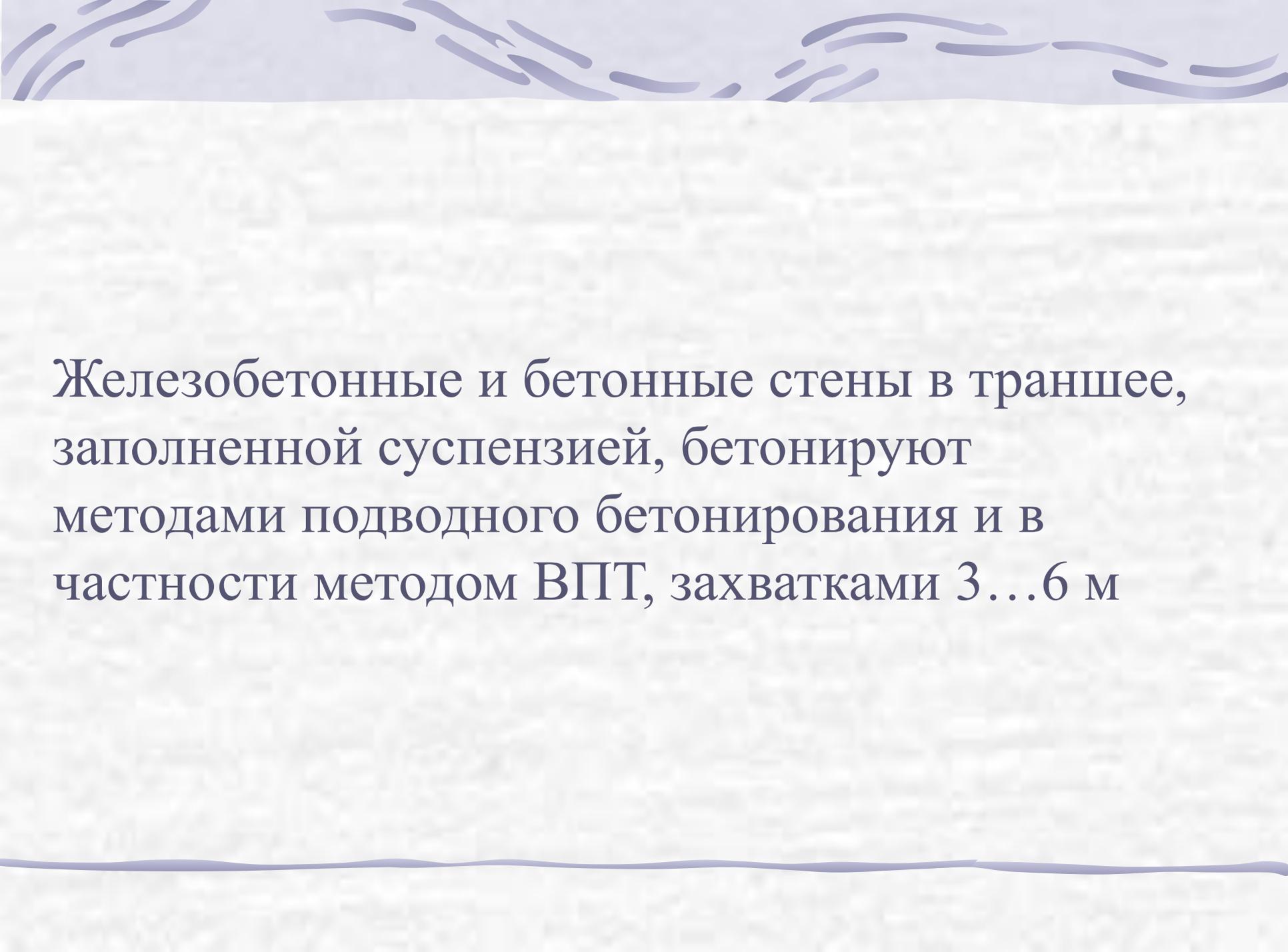
Образование стыка с резиновой вставкой:

1 — ограничитель; 2 — резиновая вставка;

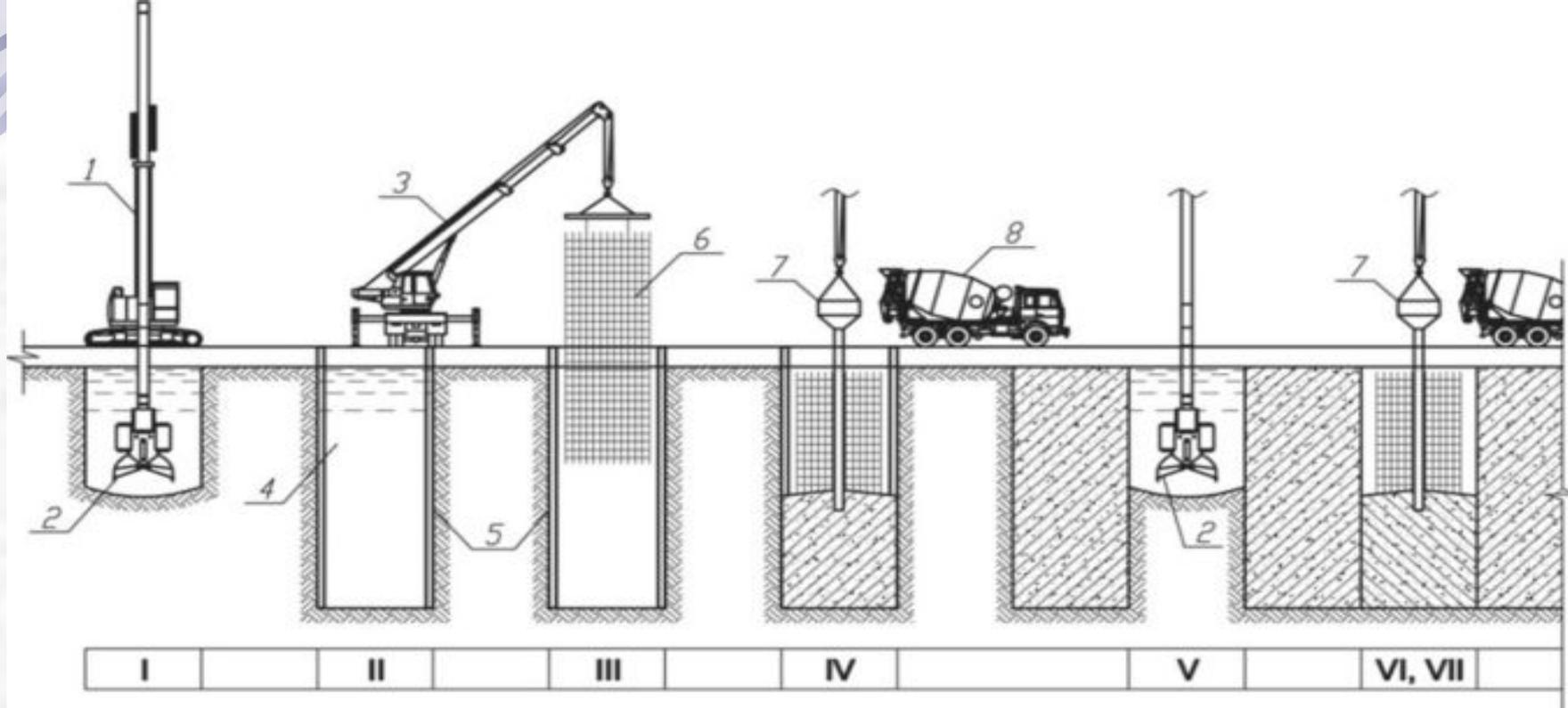
3 — предыдущая захватка; 4 — последующая захватка



*«Стена в грунте»
из монолитного железобетона*



Железобетонные и бетонные стены в траншее, заполненной суспензией, бетонируют методами подводного бетонирования и в частности методом ВПТ, захватками 3...6 м



Технологическая схема возведения монолитной «стены в грунте»: I — разработка грунта под глинистым раствором; II — опускание разделительных элементов; III — установка арматурных каркасов; IV — бетонирование стены и извлечение ограничителей; V — разработка грунтовых целиков; VI — установка арматурных каркасов; VII — бетонирование стены; 1 — жесткая штанга; 2 — грейфер; 3 — автомобильный кран; 4 — глинистый раствор; 5 — ограничители; 6 — арматурный каркас; 7 — бетонолитная труба с приемным бункером; 8 — автобетоносмеситель



1 - устройство форшахты (укрепление верха траншеи); 2 - рытье траншеи на длину захватки; 3 - монтаж арматурных каркасов; 4 - бетонирование на захватке методом вертикально перемещаемой трубы



Монтаж пространственных арматурных каркасов



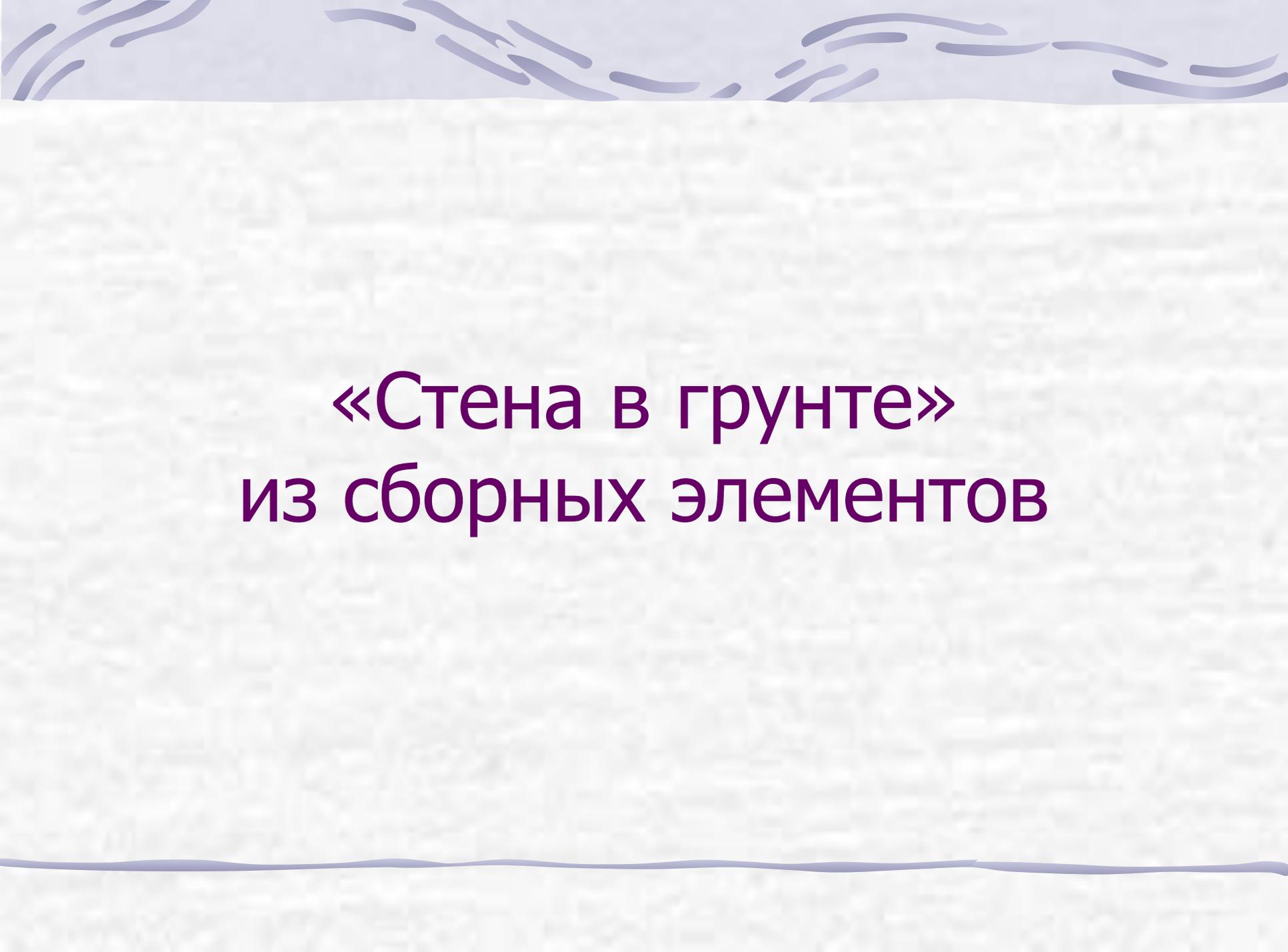
Разработка грунта внутри объекта. Монолитная стена временно закреплена извлекаемыми обвязочным поясом из металлопроката и распорами из труб



Возведение внутренней части объекта. Монолитная стена закреплена анкерами.



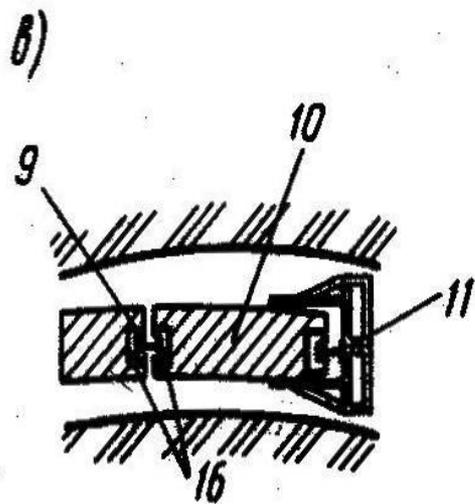
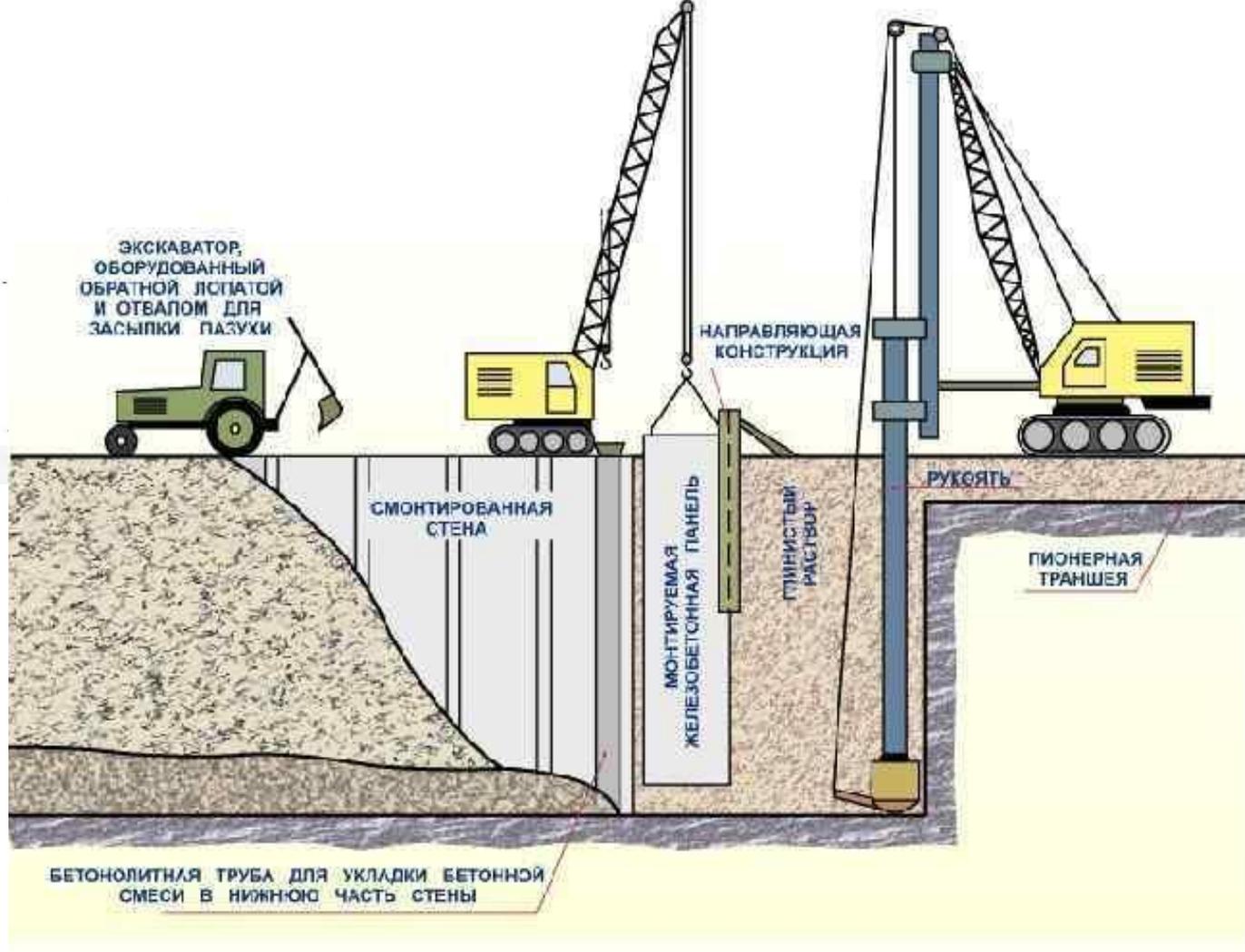
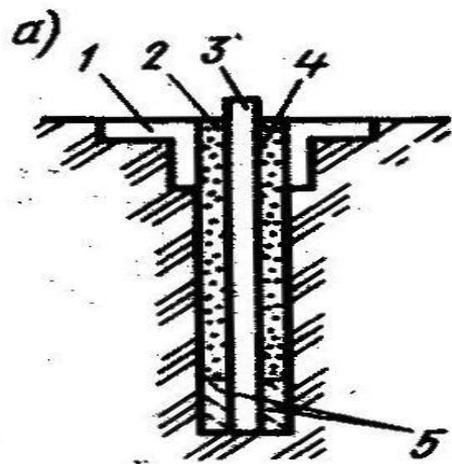
Разработка грунта внутри объекта



«Стена в грунте» из сборных элементов

● Технологические этапы

- После окончания монтажа всех панелей, набора прочности раствора или засыпки в пазухах, разрабатывают грунт внутри объекта.
- Стыки между панелями замоноличивают сверху вниз параллельно с разработкой грунта методом пневмонабрызга или торкретирования.



а – поперечный разрез траншеи; в – закрепление первой и следующих панелей стен: 1 – облицовка форшахты; 2,4 – материал для заполнения наружной и внутренней пазух; 3 – сборная панель; 5 – бетонная смесь для фиксации нижней части сборной панели; 9 – направляющий двутавр-шаблон; 10 – монтируемая панель; 11 – кондуктор

Растворные смеси для заполнения пазух между панелью и стенками траншеи.

1. Тампонажная растворная смесь: глиноцементно-песчаная, глинощебнепесчаная.

Состав глиноцементно-песчаной растворной смеси: портландцемент, бентонитовая глина, песок, вода, пластификторы, замедлители твердения.

Подают по инъекционным трубам диаметром 50—60 мм, опускаемым до дна траншеи; раствором насосами

2. Гравийно-песчаная смесь: гравий или щебень, крупный или средний песок в объемном соотношении 1:1, без воды.

Засыпают смесь в пазухи бадьями.

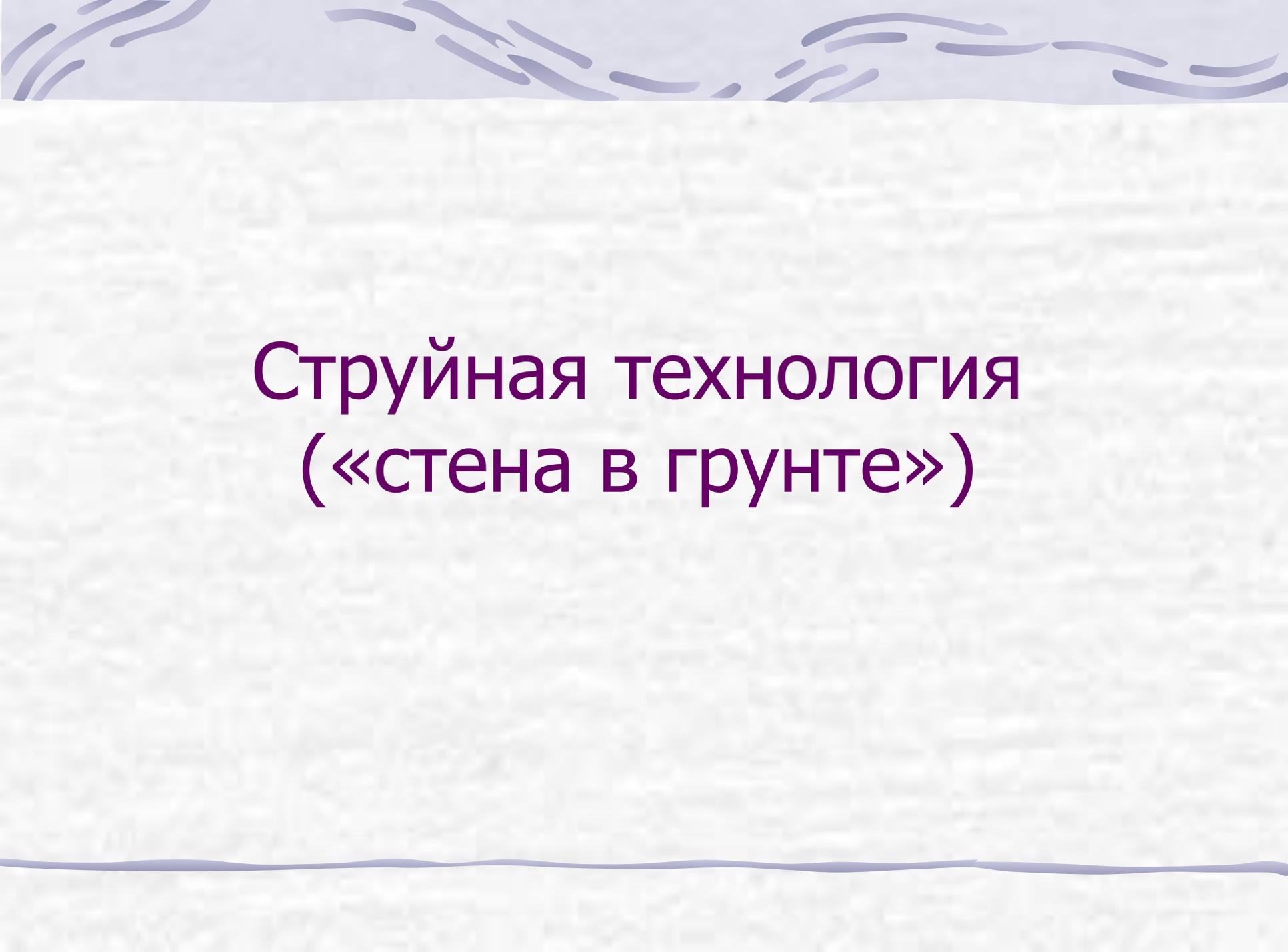
Засыпка смеси продолжается до появления над поверхностью глинистой суспензии конуса из засыпаемой смеси.



Разработка грунта внутри объекта.



Возведение внутренней части объекта



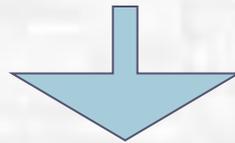
Струйная технология («стена в грунте»)

- использование высокомошной (давление 20...70 МПа) тонкой (диаметр 1...2 мм) водяной (растворной) струи для прорезания в грунте щелей, заполняемых твердеющим материалом.
- струя подается из сопел струйного монитора, расположенного на штанге, опускаемой в грунт.
- для повышения скорости воды устраивают кольцевой зазор вокруг сопла, сжатый воздух подают под давлением до 0,5...1 МПа. Сфера размыва 1,5-5 м.

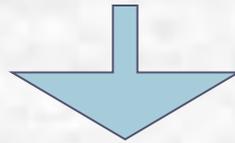
- При помощи струйной технологии можно возводить вертикальные стены различной формы в плане, в том числе сотовые конструкции или сваи глубиной до 40...50 м.
- Достоинства технологии: возможность возведения стен подземных зданий вблизи существующих сооружений или под ними без усиления; высокая производительность; экономичность; отсутствие вибрационных воздействий на грунт и существующие здания.

Последовательность выполнения работ:

- Бурят направляющие скважины

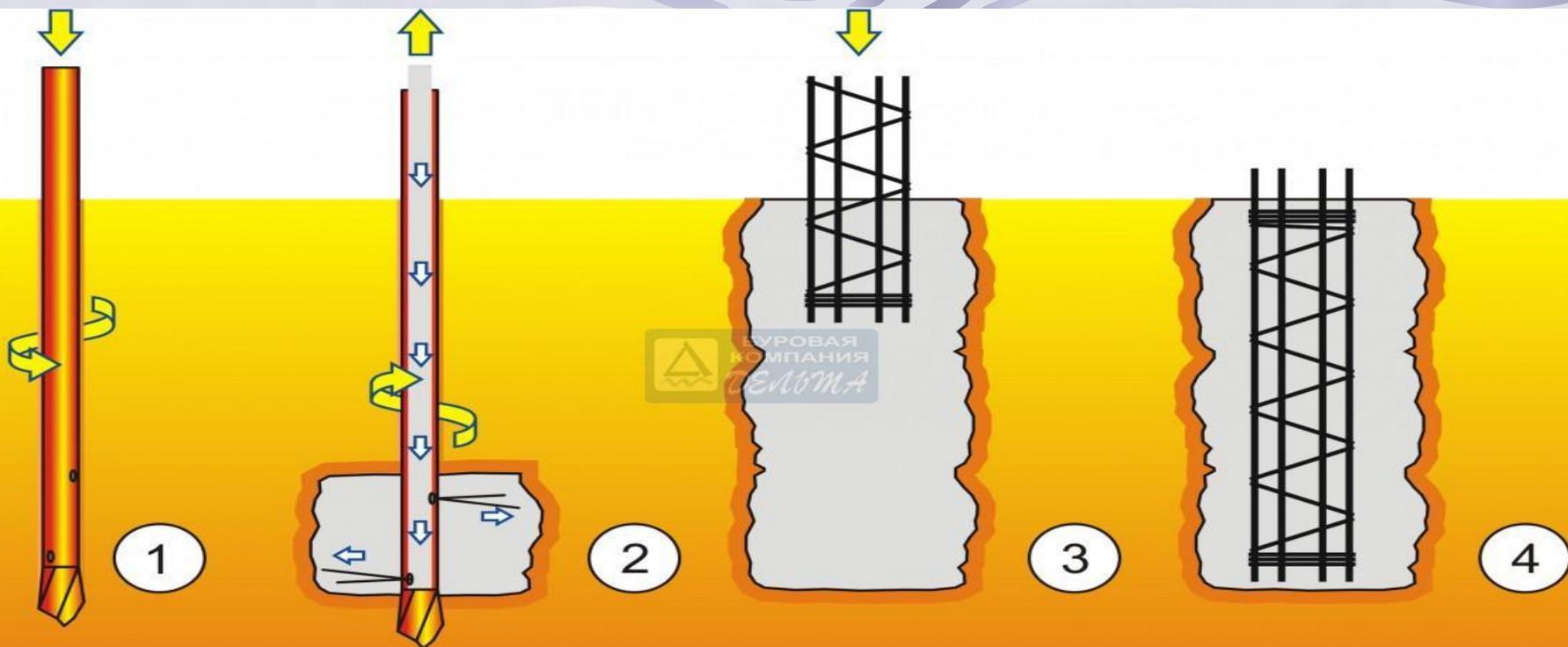


- Опускают монитор на дно



- Поворачивают монитор, поднимают по мере разрушения грунта

Порядок производства работ



1. Подъем буровой колонны с вращением и одновременной подачей струи цементного раствора под давлением до 500 атм. (обратный ход)
2. Бурение лидерной скважины диаметром 112—132 мм до проектной отметки (прямой ход)
3. Погружение в тело незатвердевшей грунтобетонной колонны армирующего элемента (арматурного каркаса).
4. Готовая свая.

Сопло струйного монитора



Силос

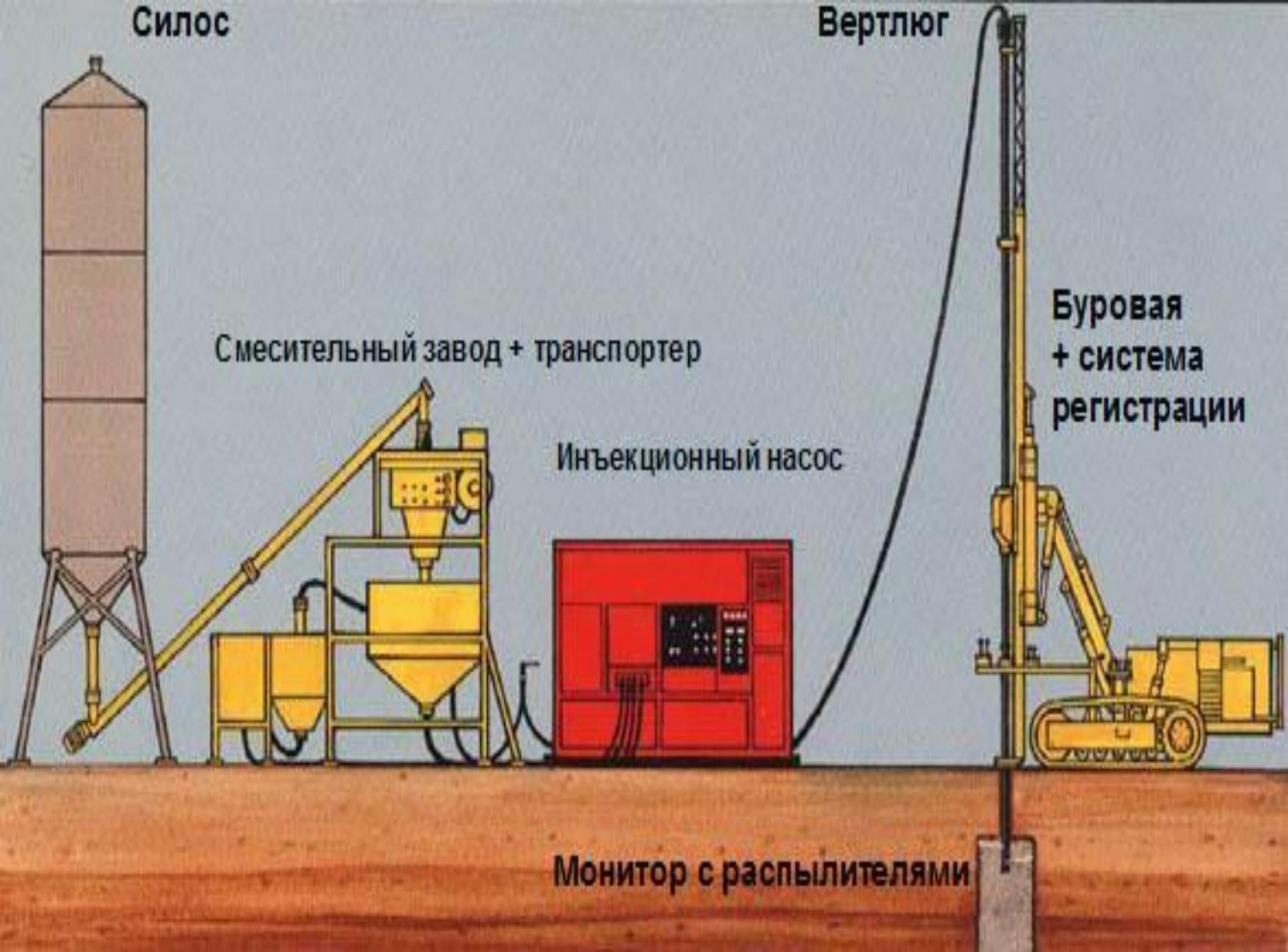
Вертлюг

Смесительный завод + транспортер

Инъекционный насос

Буровая
+ система
регистрации

Монитор с распылителями

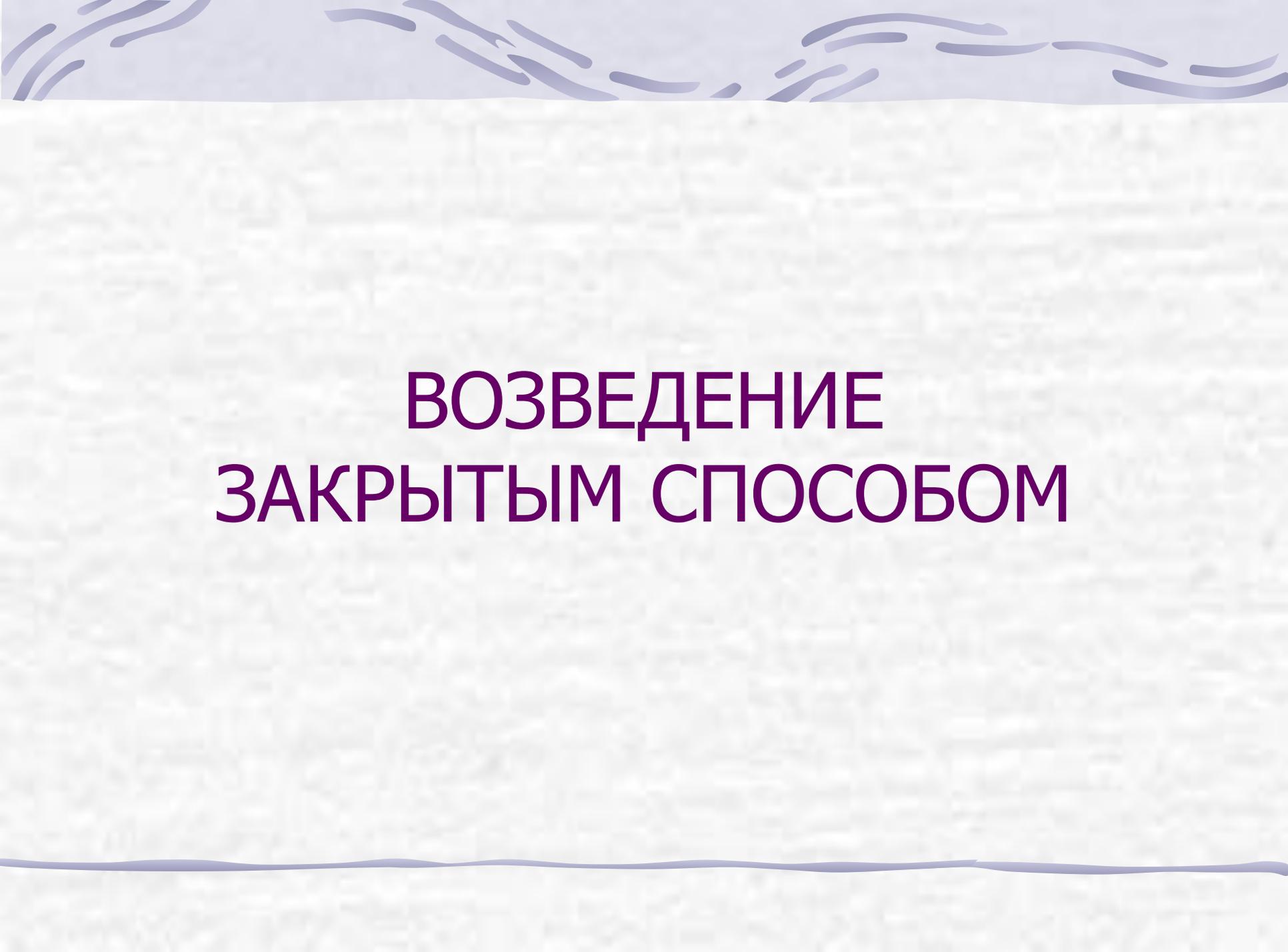




Пример выброса раствора через форсунки гидромонитора







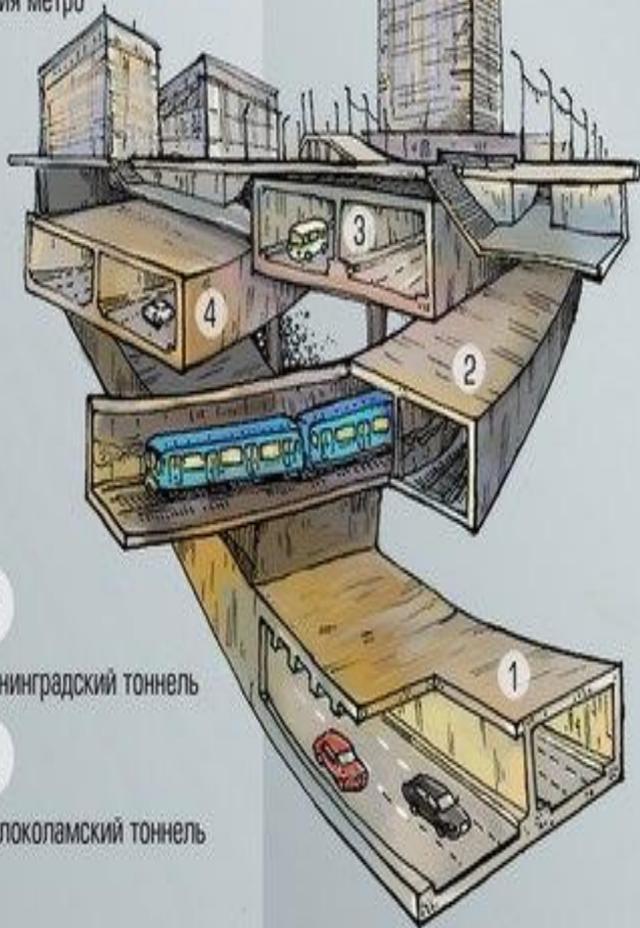
ВОЗВЕДЕНИЕ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

1

Алабяно-Балтийский тоннель

2

Действующая Замоскворецкая линия метро



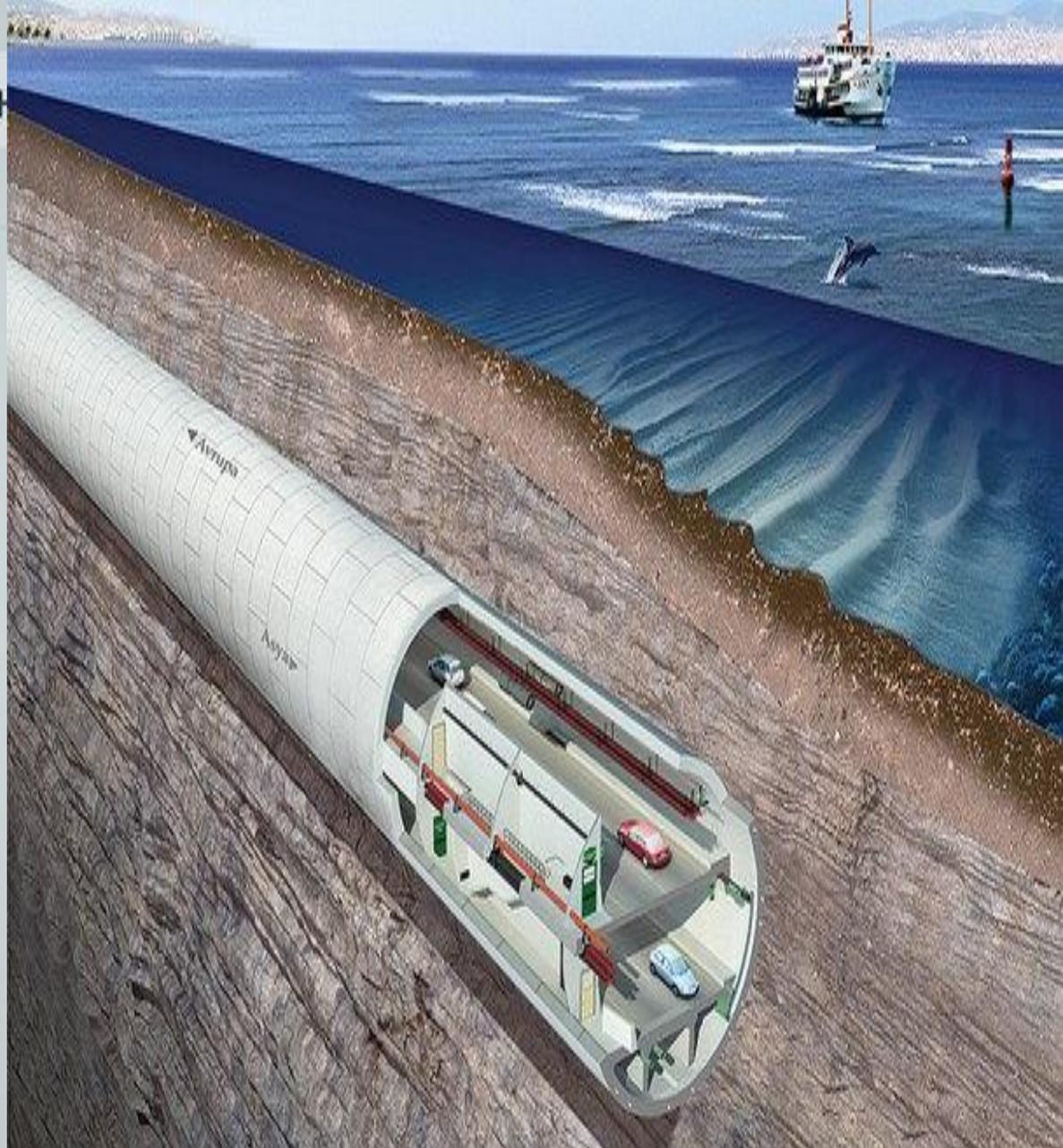
3

Ленинградский тоннель

4

Волоколамский тоннель

Алабян

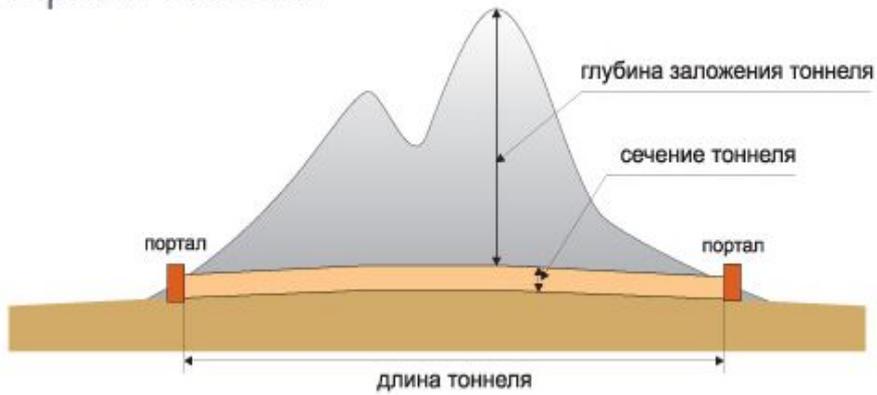


Тоннель - горизонтальное или наклонное искусственное подземное сооружение, предназначенное для транспорта, пропуска воды, размещения коммуникаций или производственных предприятий.

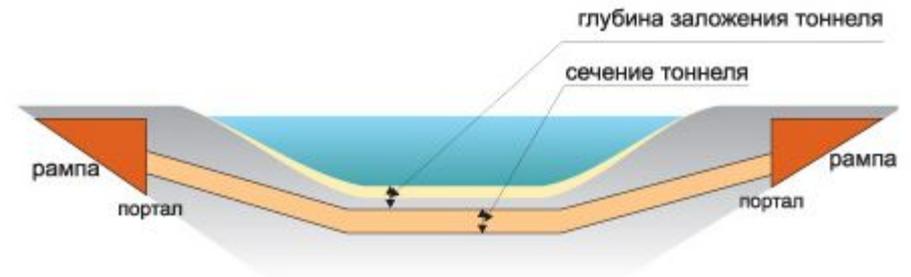
По местоположению тоннели подразделяют на:

- ❖ горные (проложенные в горных районах - через хребты, водоразделы и отдельные возвышенности);
- ❖ подводные (тоннели, сооружаемые под руслом водотока (или под другой водной преградой, например морским проливом), для пропуска транспортных средств и размещения инженерных коммуникаций);
- ❖ равнинные, или городские (например, тоннели метрополитенов).

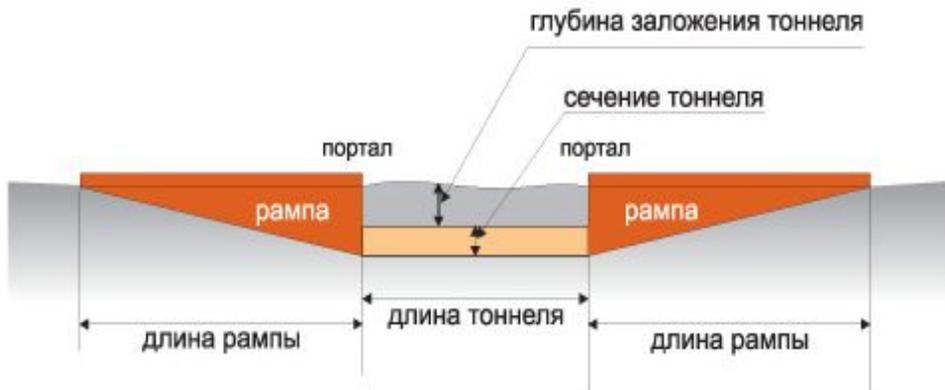
горный тоннель



подводный тоннель



равнинный/городской тоннель



Общие положения

Выбор метода разработки зависит:

- размеров подземного сооружения;
- глубины заложения сооружения;
- вида и категории грунта.
- Подземное сооружение состоит из свода, стен, основания.*

Общие положения

Грунты разрабатывают

Гидромолотом

Экскаватором

Тоннелепроходчески

м

комбайном

Проходческим

щитом



Разработка грунта
гидромолотом



Экскаватор для разработки
грунта



Yuri Bogomolov © 2011

Разработка грунта тоннелепроходческим комбайном



Yan Bogomolov © 2012

Разработка грунта тоннелепроходческим комбайном

Общие положения

Грунты транспортируют

Электрическими, пневматическими подгрузчиками, тоннельными экскаваторами, циклическими (рельсовым, автомобильным) или непрерывным (конвейерным, трубопроводным) транспортом.

Общие положения

- Способы укрепления свода, стен, основания, выбор соответствующего оборудования зависят от вида и категории грунта. Используют набрыз-бетон, торкретирование, разные виды опалубок, временную крепь.
- Для доставки механизмов, оборудования к началу (торцу) выработки используют временный котлован или ствольную шахту.

Общие положения

- Породу разрабатывают захватками 3-6 м.
- Свод бетонируют последовательно или с отставанием на 2-3 захватки.
- Уступ для опирания кружал свода устраивают вдоль стен после 100% прочности отделки свода.

Методы разработки грунта (раскрытия сечения выработки)

- Метод сплошного забоя
- Метод раскрытия на полный профиль по частям

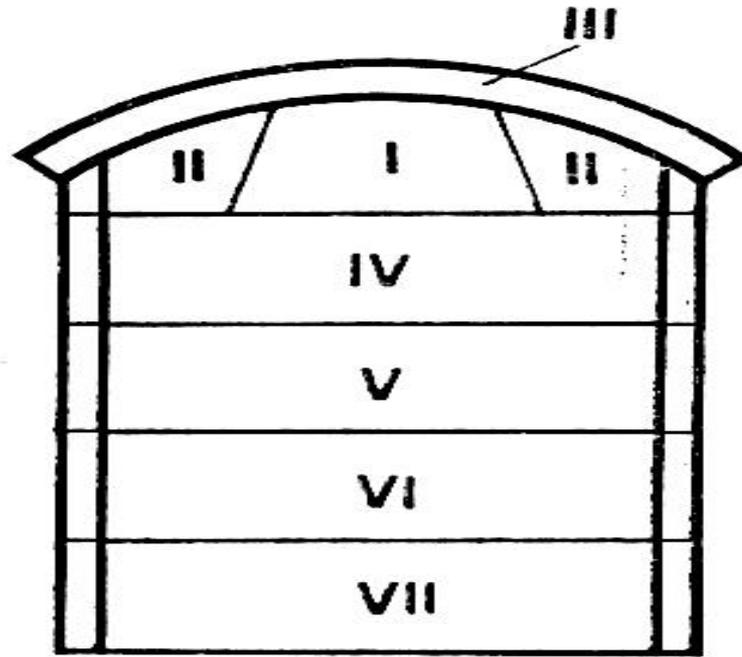
- **Сплошной забой** используют при небольших размерах подземного сооружения. Выработку производят полностью на всю длину и высоту с одного или 2-х торцов.

Раскрытие на полный профиль по частям :

Применяют для крупных (камерных) выработок для размещения больших подземных объектов площадью сечения более 120 - 130 м² и высотой более 10 м

Последовательность разработки:

- разработка подсводовой части камеры,
- укрепления свода ,
- разработка основного массива (ядра),
- закрепление стен.



**I-II – подсводная часть; III – свод;
IV-VII – основной массив (ядро);**

- Ширина разработки подсводной части должна обеспечивать работу транспорта, оборудования, систем вентиляции. Высота в верхней части 6-9 м.
- Основной массив (ядро) разрабатывают горизонтальными уступами высотой 3 м. Стенки бетонируют одновременно с обеих сторон камеры.



В **скальных грунтах** свод укрепляют бетонированием набрызгом по сетке на анкерах, используют передвижную опалубку.





Головная конструкция
для крепления
металлической сетки



Головная конструкция
для тонкретбетона



В **слабых грунтах** используют методы:

Тампонирования

Опертого свода - устройство крепи



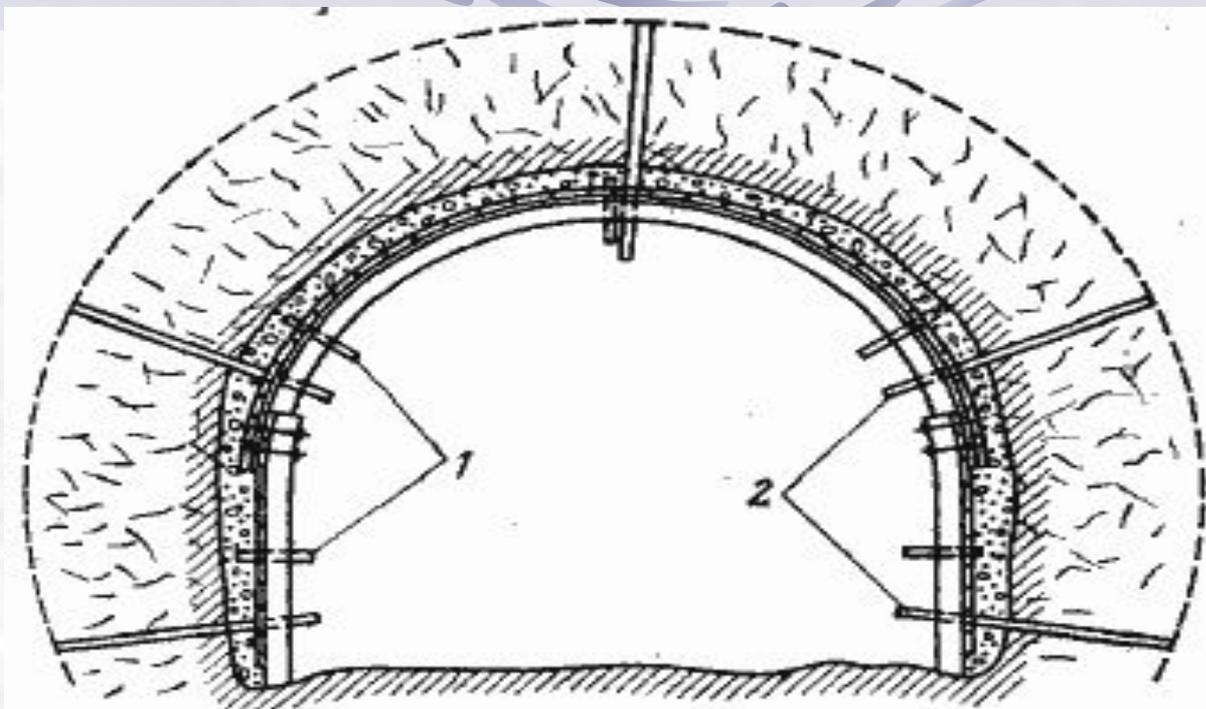
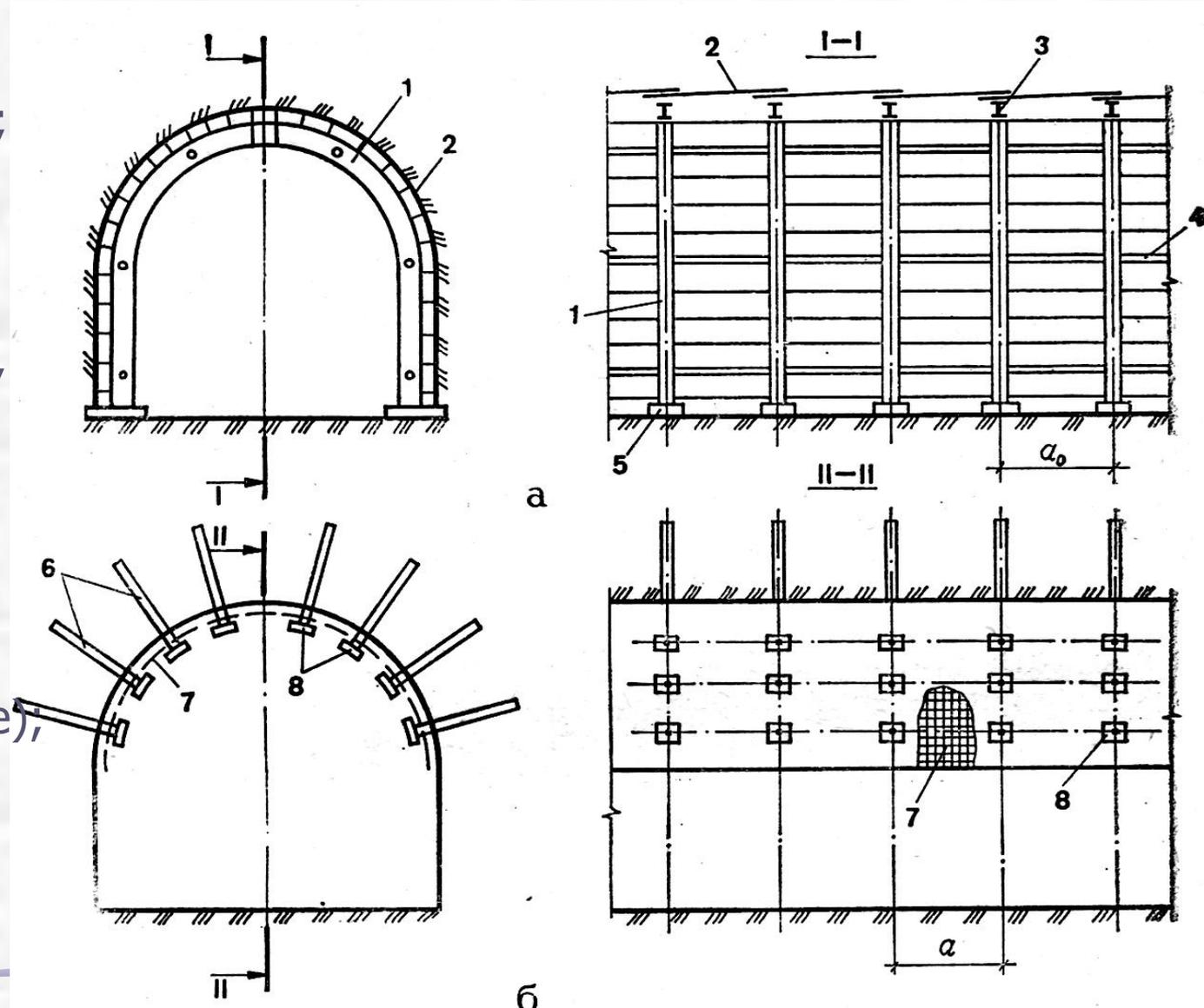


Схема укрепления пород свода тупонированием песчано-цементным раствором (синтетической смолой):

1- кондукторы для заполнения пустот и крупных трещин; 2- кондукторы для нагнетания раствора в средние и мелкие трещины.

крепление арочной, комбинированной крепью

- 1 – арка (металлические профили, трубы);
- 2 – затяжка (деревянная, металлическая);
- 3 – плиты (доски, листы металла);
- 4 – распорки;
- 5 – основание;
- 6 – анкеры (металлические, сталеполимерные);
- 7 – сетка;
- 8 – анкерные крепления.

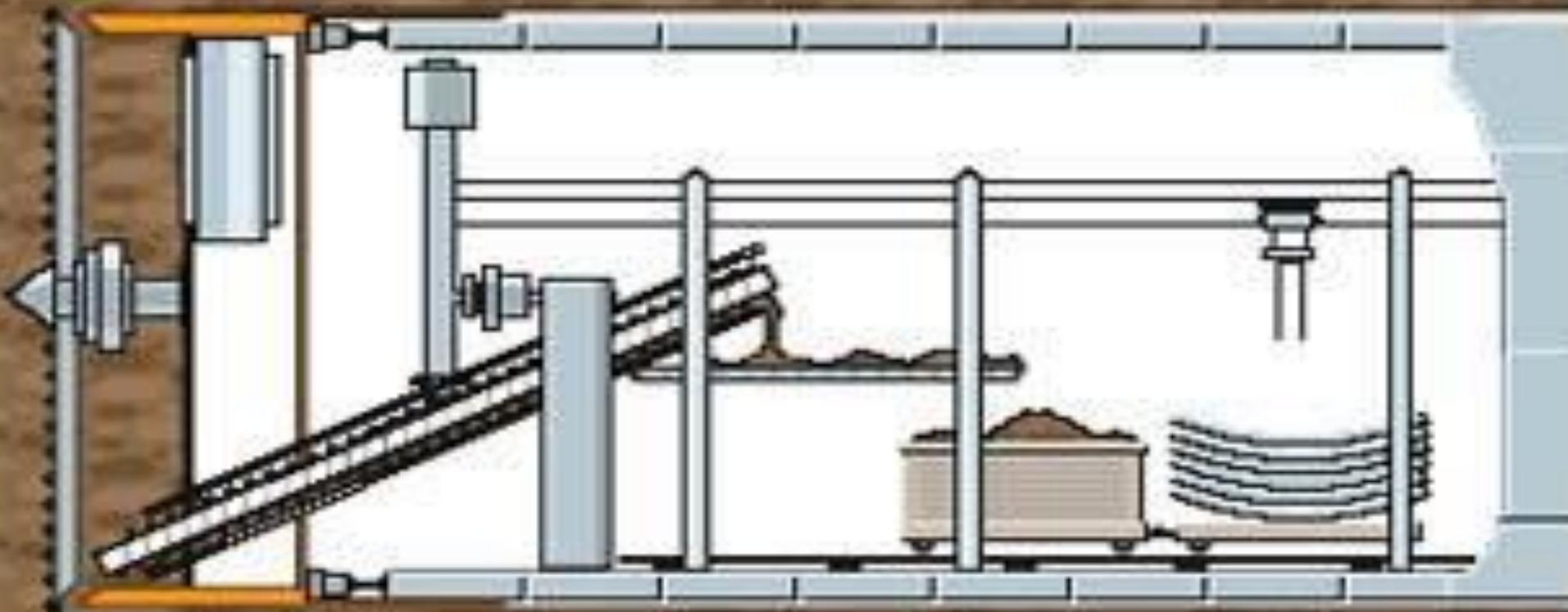


Щитовой способ

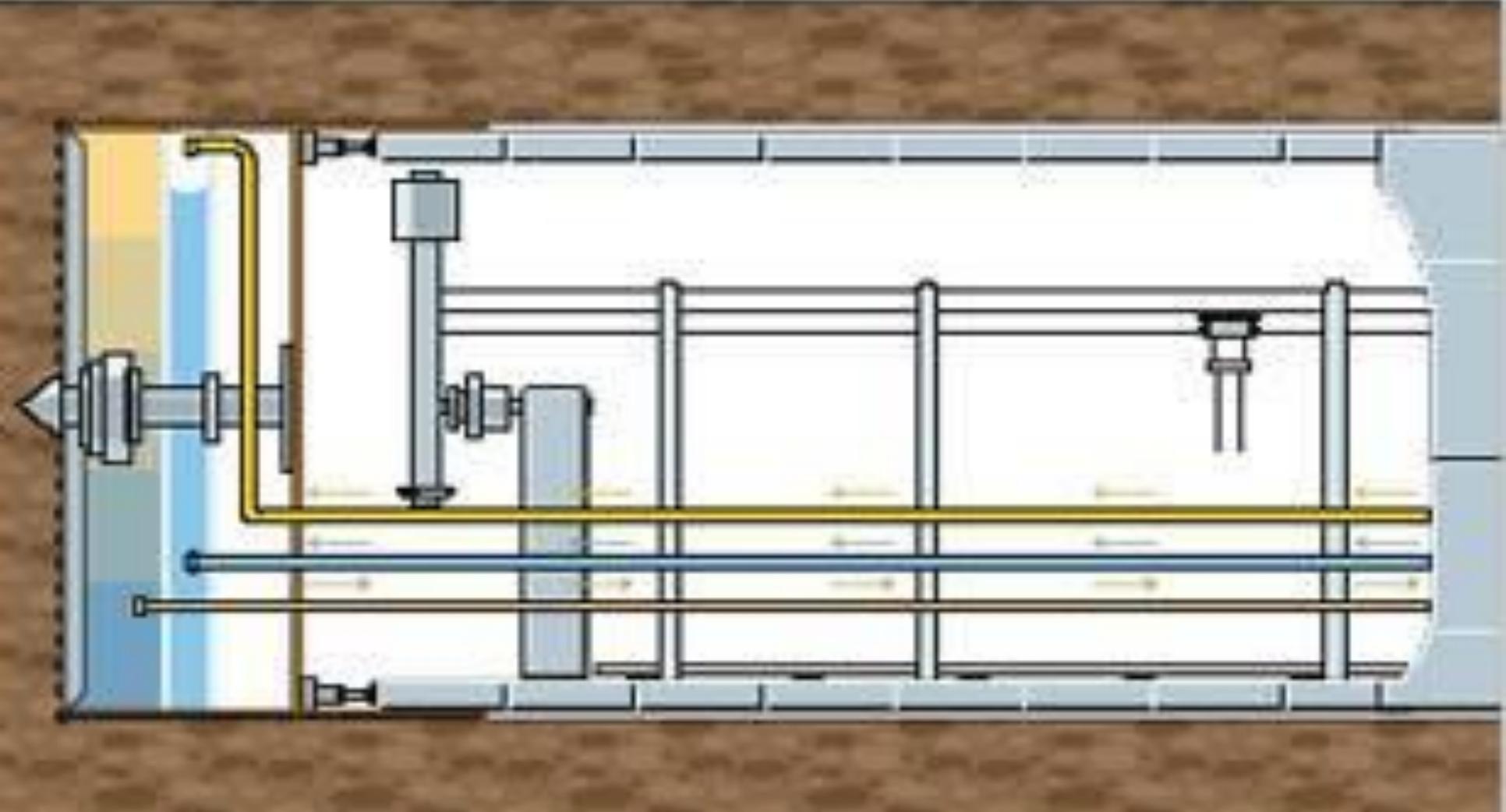
Используют проходческие щиты, с помощью которых выполняют операции: разработка, удаление грунта, закрепление свода.

Прходческий щит





Механизированный проходческий щит с защитой от осыпания породы за счет избыточного давления в призабойной камере. Порода из камеры удаляется шнековым конвейером.



Механизированный проходческий щит с полной герметизацией призабойной камеры: защитой от осыпания породы, затопления грунтовыми водами. Порода из камеры удаляется по трубопроводу в бентонитовом растворе.

Щитовой способ

